



YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU

Matti Melanen ja Marko Ekqvist (toim.)

# Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti)

Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia





Matti Melanen ja Marko Ekqvist (toim.)

# Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti)

Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia

HELSINKI 1997

ISBN 952-11-0594-1  
ISSN 1238-7312

Julkaisun sisältöä ei ole tarkastettu normaalin  
käytännön mukaisesti kahden henkilön  
tekemänä tieteellisenä referointina.  
Kansikuva: Esko Kuusisto

Painopaikka Oy Edita Ab  
Helsinki 1997

# Sisällys

**Esipuhe ..... 5**

**SIPS-tietojärjestelmä ..... 7**  
Marko Ekqvist

**Pistelähteiden päästöt ..... 9**  
Marko Ekqvist

**Pien- ja hajapäästöt ..... 12**  
Kristina Saarinen & Marko Ekqvist

**Maatalouden päästöt ..... 15**  
Juha Grönroos, Antero Nikander & Seppo Rekolainen

**Luontopäästöt ..... 20**  
Juha Grönroos & Marko Ekqvist

**Liikennepäästöt ..... 22**  
Jyrki Tenhunen & Marko Ekqvist

**Kasvihuonekaasupäästöt ..... 24**  
Timo Jouttijärvi & Marko Ekqvist

**VOC-päästöt ..... 29**  
Kristina Saarinen

**POP-päästöt ..... 34**  
Arto Kultamaa

**Rajoitustekniikat ja -kustannukset; pistelähteet ..... 37**  
Marko Ekqvist

**Yhteenveto ..... 38**  
Matti Melanen

**Summary ..... 43**  
Matti Melanen



# Esipuhe

Suomen ympäristökeskus asetti vuoden 1996 lopulla Suomen ilmapäästöt ja skenaariot -projektin (SIPS). Siinä rakennetaan ympäristöhallinnon tarpeita varten maamme ilmapäästöjen tietokanta ja arviointityökalu, jolla pystytään laatimaan myös päästöskenaarioita.

SIPS-hankkeesta vastaa projektiryhmä, johon kuuluvat MMM Juha Grönroos, suunnittelija Maria-Leena Hämäläinen, dipl.ins. Matti Johansson, dipl.ins. Timo Jouttijärvi, FK Arto Kultamaa, MMM Antero Nikander, suunnittelija Maire Repo, dipl.ins. Kristina Saarinen, dipl.ins. Sanna Syri, tekn. lis. Jyrki Tenhunen sekä dipl.ins. Marko Ekqvist hankkeen päätutkijana ja tutk.prof. Matti Melanen vastuullisena johtajana.

Käsillä olevan, hankkeen ensimmäisen raportin tavoitteena on 1) esitellä SIPS-tietojärjestelmää yleisesti, 2) kuvata sen tietolähteitä, 3) tuoda esille nykyisen tietopohjan heikkouksia (muun muassa tutkimuksen suuntaamiseksi), sekä 4) esitellä joitakin keskeisiä projektin tähänastisia laskentatuloksia. Päästöarviot tarkentuvat jatkossa sitä mukaa kun aktiviteettitietojen ja päästökertoimien luotettavuus kasvaa.

Helsinki 30.6.1997





# SIPS-tietojärjestelmä

Suomen ympäristökeskus asetti vuoden 1996 lopulla ilmapäästöjen arviointia varten Suomen ilmapäästöt ja skenaariot -projektin (SIPS), jonka tavoitteena on arvioida maamme ilmapäästöt (happamoittavat yhdisteet, kasvihuonekaasut, raskasmetallit, VOC-yhdisteet, POP-yhdisteet, hiukkaset) kaikista päästölähteistä. Tätä tietoa tarvitaan jo CORINAIR-inventaariota varten, ja se on hyödynnettävissä myös muihin raportointeihin sekä vaikutustutkimuksen yhdeksi lähtökohdaksi.

Päämääränä on rakentaa ilmapäästötietojen hallintaa varten oma koko valtakunnan ilmapäästöjen tietokanta ja arviointityökalu (kuva 1), jolla täydennetään ilmalupavolvollisten laitosten VAHTI-järjestelmän (valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä) tuottamaa tietoa ilmaan kohdistuvista kaasumaisista ja hiukkasmaisista päästöistä. SYKEssä on jo lakisääteisesti tiedot vuosittaisista laitospäästöistä. Niihin perustuen SYKellä on rooli virallisten valtakunnallisten päästötietojen tuottajana.

SIPS-tietojärjestelmään kootaan myös tietoja päästöjen rajoitustekniikoista (olemassa olevat, potentiaaliset, BAT) ja niistä aiheutuvista kustannuksista (toeutuneet ja potentiaaliset). Näiden tietojen avulla voidaan esittää arvioita päästörajoitusmahdollisuuksista erilaisilla skenaarioilla, joiden tekeminen on olennainen osa päästöarviotyötä ja joiden tulee perustua kansantalouden erilaisiin kehitysnäkymiin. Vaikutustutkimuksessa on tärkeää selvittää myös päästöjen historia.

Hankkeen aikana on käynnistetty päästökertoimien päivitysprojekteja. Näistä maatalouden ammoniakkipäästökertoimien laskenta on saatettu päätökseen. Raskasmetallien päästökertoimien päivitystä varten tultaneen aloittamaan hanke yhdessä VTT:n kanssa. VTT on jo pitkään mitannut erityyppisten kattiloiden päästöjä ja mahdollisessa yhteishankkeessa muokataan aineisto siten, että sitä voidaan hyödyntää määrittettäessä päästökertoimia erilaisille osaprosesseille.

Päästötietojen raportointiin kiinnitetään erityistä huomiota. CORINAIR-inventaari raportoidaan Euroopan Ympäristökeskukselle (EEA) vuosittain (vuodesta 1994 lähtien). CORINAIRin tavoitteena on harmonisoida EU-maiden päästötietojen ilmoituskäytäntö siten, että tiedot ovat vertailukelpoisia. CORINAIR-inventaario perustuu päästölähteiden ns. SNAP-luokitukseen (Selected Nomenclature for Air Pollution), jonka 11 osa-aluetta jakautuvat 76 päätoimintoon ja edelleen 374 alaryhmään. ECE:lle on raportoitu SIPS-järjestelmän avulla vuoden 1995 päästötiedot. Virallisten kansallisten päästöarvioiden tekeminen SIPS-järjestelmän avulla luo harmonisoidun päästötietojen keruukäytännön, joka on myös ympäristöministeriön tavoite.

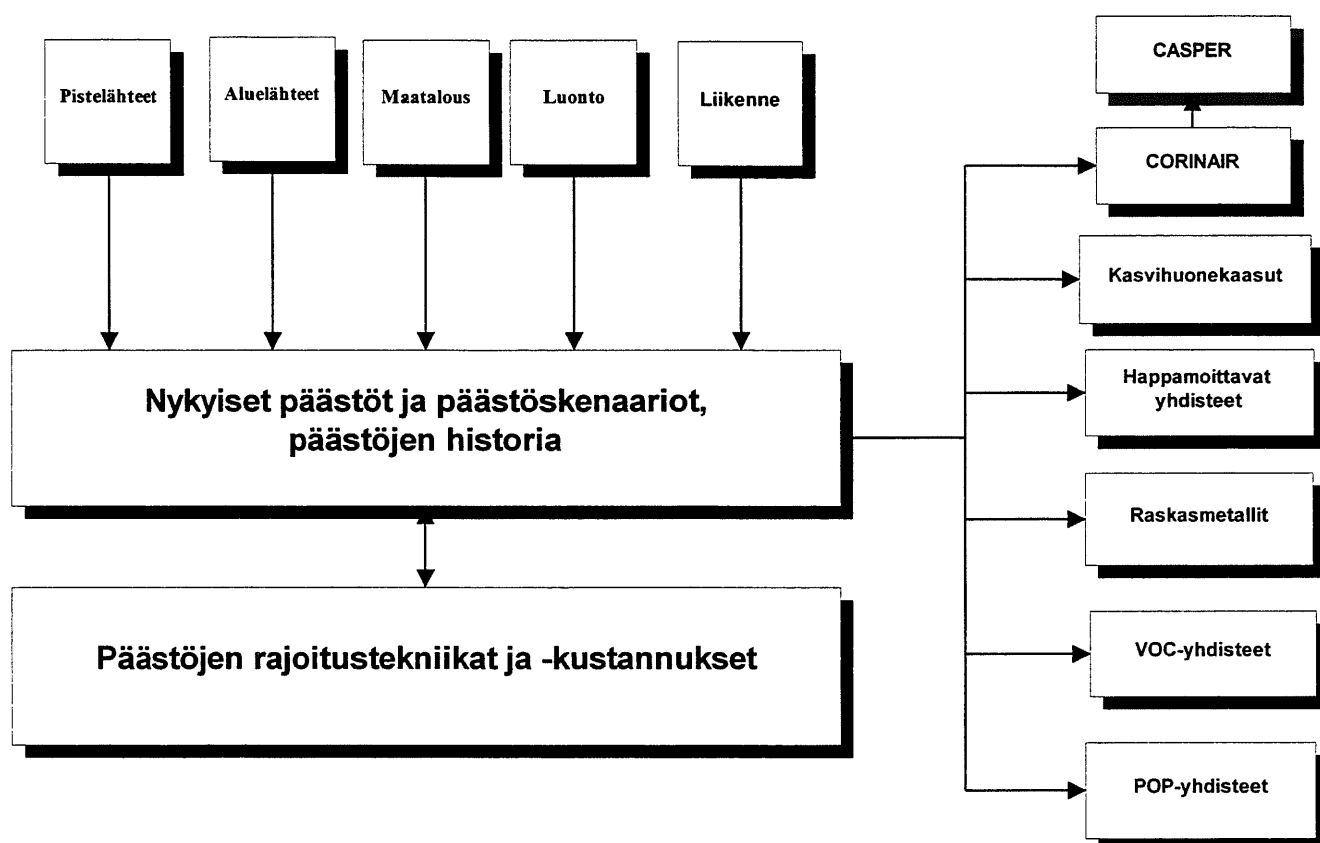
Työn kulkua ovat tähän mennessä ohjanneet kansainvälisten raportointien aikataulut sekä happamoitumistoitimikunnan työ. Tämän tyyppiset tehtävät ovat omiaan selventämään toiminnan sisältöä. Referenssitöiden ansiosta pystytään keskittymään osa-alueisiin, joilla todennäköisesti myös tulevaisuudessa on kysyntää. Selkeitä tällaisia kokonaisuuksia ovat päästötietojen keruu ja raportointi sekä rajoitustekniikat ja -kustannukset. Kysyntää on odotettavissa myös typenoksidien kansainvälisiä rajoitusneuvotteluja varten happamoittavien yhdisteiden määristä sekä VOC-päästöjen määristä ja rajoitusmahdollisuuksista kustannuksineen.

Lisäksi raskasmetallien nykyiset päästöt ja aiempi kehityshistoria tulee selvittää kansainvälisten neuvottelujen pohjaksi. Myös kasvihuonekaasujen päästöistä ja taseista on selvä kysyntä.

Vuoden 1997 aikana tulisi olla valmiina Suomen happamoittavien aineiden ( $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_y$ ) ilmapäästöjen skenariointi. Mahdollisuuksien mukaan myös lähialueittemme päästöt olisivat päivitettyinä; muun Euroopan päästöt ovat saatavilla EMEP/MSC-W-tietoina. Skenaarioihin tulisi kuulua arviot rajoitustekniikoista ja -kustannuksista.  $\text{NO}_x$ -päästöjen rajoituspöytäkirjan valmisteluissa tullessaan ottamaan huomioon myös alailmakehän otsoninmuodostus, jonka vuoksi VOC-päästöt rajoitustekniikoinen ja -kustannuksineen saatetaan ajan tasalle vuoden 1997 aikana.

Vuosi 1997 tulee SIPS-projektissa osoittamaan, miten päästötietojen keruu tulevaisuudessa hoidetaan Suomen ympäristökeskuksessa. Vuonna 1998 mahdollisesti käynnistyvät yhteistyöprojektit hyödyntävät suoraan niitä tuloksia ja menetelmiä, jotka SIPS-projektissa syntyvät vuonna 1997.

SIPS-projektille asetettuja tavoitteita ei voida saavuttaa ilman sujuvaa yhteistyötä muiden tutkimuslaitosten kanssa. Yhteistyöverkosto luodaan tämän vuoden aikana. Verkostossa ovat mukana ainakin Ilmatieteen laitos, Tilastokeskus ja VTT sekä eräitä korkeakouluja, yliopistoja ja ulkomaisia tutkimuslaitoksia.



Kuva 1. Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot: SIPS-tietojärjestelmä. (CASPER on skenariointityökalu, joka käyttää hyväkseen CORINAIRin tietokantoja.)

## Pistelähteiden päästöt

### 2.1 Pistelähteen käsite

Pistelähteellä tarkoitetaan emissiolähdettä, jonka sijainti on pysyvä ja jonka päästömäärät mitataan säännöllisesti. Näissä laitoksissa päästömittaukset tehdään joko jatkuvatoimisilla tai kertamittauksilla.

SIPS-järjestelmän pistelähdetiedot ovat peräisin VAHTI-tietojärjestelmästä (ympäristöhallinnon valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä), jonka avulla alueelliset ympäristökeskukset suorittavat lainsäädäntöön perustuvaa lupavelvollisten laitosten toiminnan seuranta. VAHTI-järjestelmä tulee korvaamaan vielä käytössä olevat ympäristötietojärjestelmän valvontaan liittyvät osat (Korkia-Aho ym. 1995).

Polttolaitosten osalta pistelähteet voidaan jakaa isoihin ja pieniin pistelähteisiin. Polttoaineteholtaan 50 MW:n ja sitä suuremmat laitokset ovat isoja pistelähteitä. Tätä teholuokkarajaa sovelletaan nykyään sekä CORINAIR-inventaarisissa että valmisteilla olevassa LCP (Large Combustion Plants)-direktiivissä. CORINAIR-inventaarisissa laitos on iso pistelähde (LPS, Large Point Source), jos se on jokin seuraavista tai jos jokin seuraavista kriteereistä täyttyy:

1. Polttoaineteho on suurempi tai yhtä suuri kuin 300 MW (vuoden 1990 inventaariossa).
2. Mikä tahansa öljynjalostamo. Jalostamon kattilalaitos on osa LPS-laitosta riippumatta kattilan polttoainetehosta.
3. Rikkihappotehdas.
4. Typpihappotehdas.
5. Massa- ja paperitehdas, jossa massantuotanto on suurempi tai yhtä suuri kuin 100 000 t/a.
6. Automaalaamo, jonka kapasiteetti on yli 100 000 autoa vuodessa. Mikäli tehtaalla jokin osaprosessi laukaisee LPS-kriteerin (kattilalaitos), käsitellään se yhtenä LPS-pisteenä (prosessit + kattilalaitos).
7. Kansainvälinen lentokenttä. LPS silloin, kun LTO-sykli on suurempi tai yhtä suuri kuin 100 000 vuodessa. (LTO-sykli = yksi laskeutuminen ja nouseminen.)
8. Mikä tahansa laitos, jossa yksikin piippu on 100 m tai korkeampi, riippumatta päästökompontentista.
9. Mikä tahansa laitos, kun vuosipäästö ylittää
  - a. 1 000 t/a  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , NMVOC,  $\text{NH}_3$
  - b. 1 000 t/a typpioksiduulia  $\text{N}_2\text{O}$
  - c. 3 000 t/a metaania  $\text{CH}_4$
  - d. 5 000 t/a hiilimonoksidia  $\text{CO}$
  - e. 300 000 t/a hiilidioksidia  $\text{CO}_2$
 Kriteeri a on ehdoton. Kriteerit b, c, d ja e ovat suositeltavia mutta harkinnanvaraisia.
10. Uusi polttolaitos, jonka polttoaineteho on suurempi tai yhtä suuri kuin 50 MW (vuoden 1994 ja sen jälkeisissä inventaarioissa).

11. Olemassa oleva polttolaitos, jonka polttoaineteho on suurempi tai yhtä suuri kuin 50 MW (vuoden 1994 ja sen jälkeisissä inventaarioissa).
12. Mikä tahansa laitos, joka katsotaan luonteeltaan LPS-laitokseksi.

Huomionarvoista on lisäksi se, että jos laitos on LPS yhden päästökomponentin suhteen, on se LPS kaikkien muidenkin komponenttien suhteen.

## 2.2 Tietolähteet

Kaikki pistelähteitä koskeva tieto saadaan VAHTI-järjestelmästä. Vuonna 1995 perustietoja oli 1 190 laitoksesta (omistaja, toimiala ja sijainti). Järjestelmään on tallennettu polttoaineen kulutustietoja 2 100 osaprosessista. Polttoaineiden kokonaiskulutuslukuja on 100 erilaisesta polttoainenimikkeestä. Kiinteistä polttoaineista nimikkeitä löytyy 64, nestemäisistä 77 ja kaasumaisista 18. Sähkön- ja lämmöntuotantotietoja on tallennettu yli 900 osaprosessista. Käyttöaikatietoja löytyy 1 660 osaprosessista. Ilmapäästökomponentteja järjestelmässä on 188 ja vuodelta 1995 tietoja eri osaprosessien päästöistä 144 eri päästöaineesta. Kattilalaitosten polttotekniikkatietojen lisäksi järjestelmä sisältää erotinlaitetiedot kiinteiden ja kaasumaisten päästöjen hallinnasta. Polttotekniikoita on 17 ja erityyppisiä erotinlaitteita 21 kappaletta. Osaprosesseja, joihin erotinlaitetieto on kytketty, on yhteensä 560.

Osa VAHTI-järjestelmän päästö- ja polttoainekulutustiedoista on käytettävissä sellaisenaan. Näitä päästöaineita ovat rikkidioksidi, typenoksidit ja haihtuvat hiilivedyt. Joidenkin päästöparametrien suhteen käytetään päästökertoimia. Hiilidioksidipäästöt lasketaan SIPS-järjestelmässä, koska VAHTI-järjestelmän tuottama luku sisältää myös biopolttoaineet. Muut laskennalliset päästöaineet ovat metaani, hiilimonoksidi, typpioksiduuli, dioksiinit ja furaanit sekä PCB. Raskasmetallipäästöistä osa on laitosten ilmoittamia. Niiden pistelähteiden osalta, joista ei löydy raskasmetalleista tietoja, on päästöt laskettu päästökertoimilla. Raskasmetalleista on arvioitu lyijyn, kadmiumin ja elohopean kokonaispäästöt.

## 2.3 Tietopohjan heikkoudet

Pistelähteiden päästötiedot perustuvat pääasiassa mittauksiin, joissa on omat virhelähteensä. Päästöjen määrittämistä varten tarvitaan tiedot savukaasun virtauksesta. Tilavuusvirtamittauksen edustavuuteen vaikuttaa mittauspaikan ja -pisteiden valinta. Standardit SFS 3866 ja SFS 5624 määrittävät kaasukomponenttien sekä happi- ja hiilidioksidipitoisuuksien tarkkuudet, joita tulee noudattaa mittauksissa. Kertaluonteisten mittausten lisäksi savukaasumittauksia tehdään jatkuvatoimisilla kaasuanalysointilaitteilla. Tällöin analysointilaitteen mittauserävarmuuteen vaikuttavat muun muassa mittausten toistettavuus, lineaarisuus, ryömintä, kohina, likaantuminen, ympäristöolosuhteet, häiritsevät komponentit sekä kalibroinnit (Aunela-Tapola ym. 1996).

## 2.4 Tuloksia

Taulukko I. Pistelähteiden päästöt ilmaan vuonna 1995.

| Yhdiste              | Päästö (1 000 t/a) |
|----------------------|--------------------|
| SO <sub>2</sub>      | 76                 |
| NO <sub>x</sub>      | 77                 |
| NMVOC                | 33                 |
| CH <sub>4</sub>      | 6,5                |
| NH <sub>3</sub>      | 0,23               |
| CO                   | 43                 |
| CO <sub>2</sub>      | 37 500             |
| N <sub>2</sub> O     | 4                  |
| PCDD/F <sup>1)</sup> | 29                 |
| PCB <sup>2)</sup>    | 0,200              |
| PAH <sup>2)</sup>    | 370                |
| Pb <sup>2)</sup>     | 60                 |
| Cd <sup>2)</sup>     | 2,3                |
| Hg <sup>2)</sup>     | 1,6                |

<sup>1)</sup> Yksikkönä g/a (I-TEQ), <sup>2)</sup> Yksikkönä t/a

## 2.5 Kirjallisuus

- Aunela-Tapola, L., Jormanainen, P., Laukkarinen, A., Mehtonen, A., Puustinen, H., Salmikangas, T., Tolvanen, M. & Vahlman, T. 1996. Päästömittausten laadunvarmistus. Päästöjen määrityksen epävarmuuteen vaikuttavat tekijät. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. VTT Tiedotteita 1799.
- Korkia-Aho, S., Koski, O., Meriläinen, T. & Nurmio, M. 1995. VAHTI-käsiteanalyysi. Julkaisematon.

## Pien- ja hajapäästöt

### 3.1 Pien- ja hajapäästölähteet (aluelähteet)

Pien- ja hajapäästöjä muodostuu pienimittakaavaisissa polttoprosesseissa, pienen ja keskisuuren teollisuuden hajapäästöinä sekä maatalouden ja kotitalouksien kulutustuotteiden ja työkonien käytössä. Ilmaan pääseviä yhdisteitä ovat muun muassa hiilidioksidi, häkä, rikin ja typen oksidit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet, metaani, typpioksiduuli ja raskasmetallit. Hiukkaspäästöt ovat merkittäviä tietyillä toimialoilla, kuten kivenmurskauksessa ja -louhinnassa, kuljetus- ja lastaustoiminnoissa sekä esimerkiksi hiekkapuhalluksessa. Hiukkasiin on usein sitoutuneena muun muassa sulfaattia, nitraattia ja raskasmetalleja.

Pienimittakaavaisten polttoprosessien päästöistä määrällisesti merkittävimmät ovat hiilidioksidi ja häkä. Päästölähteitä ovat

- pienet lämpölaitokset
- haja-asutusalueiden erillislämmitys (kiinteistöt ja maatalouden tuotantorakennukset)
- ns. pienpoltto (takat, kamiinat, liedet, uunit ja muut tulisijat sekä jätteiden, esim. roskien, poltto)
- kulutus.

Pk-teollisuudessa päästöt ovat muun muassa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, rikki- ja typpioksideja, häkää sekä pölyä. Päästöjä syntyy prosesseissa, liuottimia sisältävien aineiden käytössä, maalauksessa ja varastoinnissa lähinnä seuraavilla toimialoilla:

- metalli- ja konepajatuotteiden valmistus
- elektroniikka- ja sähkötarviketeollisuus
- huoltamot ja korjaamot
- maalien, liimojen ja painovärien käyttö ja valmistus
- rakennusmateriaalien ja kalusteiden valmistus
- tienpäällystystyöt ja asfalttiasemat
- elintarviketeollisuus (esim. kasviöljyjen valmistus sekä leipomot)
- pesulat.

Koti- ja maatalouden päästölähteitä ovat muun muassa liuottimia ja ponnekaasuja sisältävät kulutustuotteet sekä polttoaineita käyttävät työkonet.

Jätevesien ja jätevesilietteiden käsittelyn sekä kaatopaikkojen päästöt ilmaan sisältyvät SIPS-projektin tässä vaiheessa alueellisina lähteinä pien- ja hajapäästöihin. Jatkossa näitä toimialoja käsitellään pistelähteinä.

### 3.2 Tietolähteet

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty malli pien- ja hajapäästöjen laskemiseksi. Mallin avulla voidaan käsitellä kuntatason tarkkuudella erilaisia toimintoja, niiden polttoaineen kulutusta ja päästöjä.

Pienten lämpövoimalaitosten päästötiedot saadaan ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmästä sekä Suomen Kuntaliiton keräämistä pienten lämpölaitosten tiedoista (Suomen Kuntaliitto 1996). VAHTI-järjestelmä sisältää tällä hetkellä pääasiassa pistelähteiden (ympäristölupavelvollisten laitosten) tietoja, mutta siihen on tarkoitus lähivuosina lisätä osioita, joilla alueelliset ympäristökeskukset seuraavat myös alueensa hajapäästöjä.

Pienpolton polttoaineiden kulutustiedot saadaan Tilastokeskuksen energiatilastoista (Energiatilastot 1995), joita tarkennetaan vuoden 1997 aikana. Hajasutusalueiden polttoainekulutustietojen määrittämisessä otetaan tulevaisuudessa huomioon kiinteistöjen sijainti (arvio astapäivälukujen perusteella). Maatalouden tuotantorakennusten lämmitykseen käytetty polttopuun määrä on saatu energiatilastoista (Energiatilastot 1995). Puupolttoaineiden (puu, kuori, hake, puru) päästöjen laskenta perustuu kokonaiskulutustietoihin (Energiatilastot 1995) ja kuntien kiinteistöjen lukumääriin (Kuntafakta 1996).

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamojen jätevesien ja lietteiden määrät on saatu yhdyskuntien vesi- ja viemärilaitosrekisteristä (YVV) ja päästöt ilmaan on laskettu CORINAIR-kertoimien avulla (CORINAIR 1996). Teollisuuden jätevesien ja lietteiden määrät on otettu teollisuuden vesiensuojelurekisteristä (TVSR) ja päästöt ilmaan on samoin laskettu CORINAIR-kertoimilla. Kaatopaikkojen päästöt ilmaan on laskettu käyttäen kaatopaikkarekisterin kaatopaikkojen pinta-aloja ja biokaasun koostumustietoja sekä päästökertoimia (Kaatopaikkakaasun käyttöönottokokeilu ... 1987; Salmikangas ja Laukkarinen 1990).

Liikkuvat lähteet käsitellään liikenteen yhteydessä (luku 6).

### **3.3 Tietopohjan heikkoudet**

Pien- ja hajapäästöt on laskettu pääasiassa kulutuslukujen ja päästökertoimien avulla. Päästökertoimet voivat olla hyvinkin epätarkkoja silloin, kun ne perustuvat kertaluonteisiin mittauksiin tai muutaman aineen koostumustietoihin. Ne eivät aina myöskään ole sovellettavissa vallitseviin olosuhteisiin.

Pk-teollisuuden päästölähteitä kartoitetaan parhaillaan Suomen ympäristökeskuksessa ja samalla tehdään arvio ei-ympäristölupavelvollisten laitosten hajapäästöistä, mikä parantaa näiden päästöjen arvioinnin tasoa SIPS-järjestelmässä.

### **3.4 Tuloksia**

Taulukossa 2 esitetään arvio pienimittakaavaisten polttoprosessien, kaatopaikkojen ja jätevesien sekä lietteiden käsittelyn aiheuttamista pien- ja hajapäästöistä vuonna 1995.

### **3.5 Kirjallisuus**

- CORINAIR 1996. Atmospheric emission inventory guidebook. Julk: McInnes, G. (toim.). Joint EMEP/CORINAIR atmospheric emission inventory guidebook, volume 1, 1st edition. European Environment Agency, Copenhagen.
- Energiatilastot 1995. SVT Energia 1996:1. Tilastokeskus, Helsinki.
- Kaatopaikkakaasun käyttöönottokokeilu Helsingissä Vuosaaren kaatopaikalla. 1987. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Helsinki. Sarja D 134.
- Kuntafakta 1996. Tietokanta, versio 2.1. Tilastokeskus, Helsinki.

Salmikangas, T. & Laukkanen A. 1990. Maatalouden jätevesien ja kaatopaikkojen metaanipäästöt. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. VTT tiedotteita 1174.  
Suomen Kuntaliitto. 1996. Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 1995. Suomen Kuntaliitto, Helsinki.

Taulukko 2. Pien- ja hajapäästöt (pienimittakaavaiset polttoprosessit, kaatopaikat sekä jätevesien ja lietteiden käsittely) ilmaan vuonna 1995.

| Päästölähteet                      | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | NMVOC     | CH <sub>4</sub> | Päästöt (1 000 t/a) |                 |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                                    |                 |                 |           |                 | CO                  | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> O | Pb <sup>1)</sup> | Cd <sup>1)</sup> | Hg <sup>1)</sup> | PCDD/F <sup>2)</sup> | PCB <sup>1)</sup> | PAH <sup>1)</sup> |
| Polttoaineperäiset                 | 17              | 43              | 35        | 12              | 87                  | 8 100           | 1,1              | 7,2              | 0,2              | 0,02             | 36                   | 0,21              | 145               |
| Pienet lämpölaitokset              | 1               | 0,2             | 1         | 0,2             | 2                   | 63              | 0,004            | 0,064            | 0,003            | 0,002            | 1                    | 0,004             | 2,1               |
| Asunnot ja kiinteistöt             | 11              | 19              | 21        | 9,1             | 61                  | 5 900           | 0,5              | 5,82             | 0,14             | 0,01             | 29                   | 0,169             | 111               |
| Maa- ja metsätalous                | 5               | 24              | 13        | 2,2             | 24                  | 2 200           | 0,6              | 1,36             | 0,033            | 0,003            | 6                    | 0,039             | 32                |
| Kaatopaikat                        |                 |                 |           | 140             |                     | 30              |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Jätevesien ja lietteiden käsittely |                 |                 | 2         | 20              |                     | 170             |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| <b>Yhteensä</b>                    | <b>17</b>       | <b>43</b>       | <b>37</b> | <b>170</b>      | <b>87</b>           | <b>8 300</b>    | <b>1,1</b>       | <b>7,2</b>       | <b>0,2</b>       | <b>0,02</b>      | <b>36</b>            | <b>0,21</b>       | <b>145</b>        |

<sup>1)</sup> Yksikkönä t/a, <sup>2)</sup> Yksikkönä g/a (1-TEQ)



# Maatalouden päästöt

## 4.1 Tietolähteet

### 4.1.1 Ammoniakki

#### *Kotieläintalous*

Kotieläintalouden ammoniakkipäästöjen arvioimiseksi on rakennettu päästömalli, jonka avulla voidaan laskea paitsi valtakunnalliset päästöt, myös kuntakohtaiset päästöt haluttuna ajankohtana. Ajankohdaksi voidaan valita mikä tahansa myös menneisyydessä tai tulevaisuudessa, jos mallin tarvitsemat lähtötiedot ovat olemassa. Malli laskee myös eläintyyppikohtaiset päästökertoimet. Malliin on kytketty päästöjen vähentämiskustannuksia laskeva osa.

Malli käyttää lähtötietoina tarkasteluvuoden kotieläinten määrää, eri eläintyyppien vuodessa erittämän typen määrää, lannankäsittelymenetelmiä, ammoniakin haihtumiseen liittyvää tietoa sekä erilaisten lannankäsittelymenetelmien ja päästöjä rajoittavien menetelmien päästöjä vähentäviä ominaisuuksia.

Eläinmäärätiedot saadaan maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen maatilarekistereistä. Rekistereissä on eläinmäärät myös kuntakohtaisesti. Nautojen lannan tyyppisisällön tiedot perustuvat Maaseutukeskusten Liiton ruokinnan ravinnetaselaskelmiin, joita on tehty karjantarkkailutilojen ruokinta- ja tuotostietojen pohjalta. Siipikarjan osalta tietoja on saatu Siipikarjaliitosta, sikojen osalta Maaseutukeskusten Liitossa tehtyjen laskelmien pohjalta.

Lannankäsittelymenetelmätietoja on kerätty seuraavista lähteistä:

- MMM:n tietopalvelukeskuksen otantatiedustelu vuodelta 1991 (Maa- ja metsätalousministeriön...1991)
- Viljelijät ja ympäristö -seurantatutkimus (Tauriala 1993)
- Kotieläinrakennusten perusparantamisen tarve vesiensuojelun kannalta (1991)
- Eräiden ympäristötoimenpiteiden suorittaminen maatiloilla (Tauriala 1994)
- Lantalatutkimus 1994: Taloudellisia lantalaratkaisuja (1994)
- Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa (Kemppainen 1986)
- Maatilojen ympäristönhoito-ohjelmat 1995 - 1996 (1997)
- asiantuntijahaastattelut
- historiallisen aineiston (lannankäsittely ja ruokinta) osalta asiantuntijahaastattelujen ja kirjallisuuden kautta.

Ammoniakin haihtumiseen ja eri menetelmien päästöjenvähentämiskykyyn liittyvää tietoa on saatu lähinnä ulkomaisista tutkimuksista.

Kotieläintalouden ammoniakkipäästöt on SIPS-järjestelmässä laskettu kuntain tiedostoon, johon on kerätty kuntakohtaiset eläinmäärätiedot ja johon päästöjen laskemiseksi syötetään eläinkohtaiset päästökertoimet. Päästökertoimet ovat peräisin omassa tiedostossaan sijaitsevasta ammoniakkipäästömallista.

### ***Väkilannoitteet***

Väkilannoitteiden osalta päästötiedot perustuvat tarkasteluajalla myytyjen typpiravinteiden määriin, jotka saadaan Kemiran vuosittain julkaisemista myyntitilastoista (Lannoitteiden myynnin...). Haihtumiseen liittyvää tietoa saadaan ulkomaisista tutkimuksista.

Myös väkilannoitteista peräisin olevat ammoniakkipäästöt on SIPS-järjestelmässä laskettu kunnittain tiedostoon väkilannoitetyypin käyttötietojen ja päästökertoimien avulla.

### ***Turkiseläimet***

Turkiseläinten päästötiedot perustuvat tarkasteluajan eläinmääriin ja arvioon lannasta haihtuvasta typen määrästä. Eläinmäärät saadaan vuosittain julkaistavasta turkistarhaajan kalenterista (Tarhaajan kalenteri).

Turkiseläimistä peräisin olevat ammoniakkipäästöt kunnittain ovat saatavilla SIPS-järjestelmän tiedostosta, johon on laskettu kuntakohtaiset turkiseläinmäärät ja päästöt päästökertoimilla. Päästökertoimet ovat peräisin ammoniakkipäästömallista.

Jatkossa lähtötietojen saatavuus perustunee kaikkien em. päästösektoreiden osalta suunnilleen samoihin edellä mainittuihin lähteisiin. Lannankäsittelyn, lannan typpisisällön ja haihtumistiedon osalta tiedot päivitetään uusien tutkimustulosten myötä.

### **4.1.2 Metaani**

Kotieläintalouden päästötiedot metaanin osalta perustuvat tällä hetkellä Pipatin ym. (1996) päästökertoimiin sekä kunnittaisiin kotieläinten määriin vuodelta 1995. Kyseiset päästökertoimet pitävät sisällään ruuansulatuksesta peräisin olevat metaanipäästöt, mutta eivät lannasta vapautuvaa metaania. Pipatin ym. (1996) tutkimuksen pohjalta voidaan lannasta peräisin olevan metaanin määräksi arvioida vuodelle 1995 noin 10 000 tonnia. Suopeltojen osalta metaanipäästötiedot perustuvat SILMU-ohjelman tietoihin (Kuusisto ym. 1996).

Kotieläimistä (ruuansulatuksesta) peräisin olevien metaanipäästöjen arvioimiseksi on SIPS-järjestelmään syötetty kunnittaiset kotieläinmäärät. Kuntakohtaiset metaanipäästöt lasketaan päästökertoimien avulla, jotka sijaitsevat omassa tiedostossaan. Suopelloista peräisin olevat kuntakohtaiset päästöt on laskettu omaan tiedostoonsa.

### **4.1.3 Typpioksiduuli**

Typpioksiduulin päästöt kuvaavat suopelloista ja väkilannoitteista peräisin olevia emissioita, jotka perustuvat SILMUn päästötietoihin (Kuusisto ym. 1996). Suopelloista ja väkilannoitteista peräisin olevat kuntakohtaiset päästöt on SIPS-järjestelmässä laskettu omaan tiedostoonsa.

### **4.1.4 NMVOC**

NMVOC-päästöjä ei toistaiseksi ole arvioitu maatalouden osalta.

## 4.1.5 Aikataulut

### *Ammoniakki*

Ammoniakin päästömalli on valmistunut vuoden 1997 alussa, joten tämänhetkisten päästömäärien laskeminen on mahdollista ja uudet eläintyyppikohtaiset päästökertoimet ovat valmiina. Samoin valmiina ovat tiedot kuntakohtaisista eläinmääristä seuraavilta vuosilta: 1950, 1959, 1974, 1980, 1986, 1990 ja 1995. Myös valtakunnan-tasoinen maatalouden skenaario (eläinmäärät, lannoitteiden käyttö) vuodelle 2005 on valmis. Ruokinnan ja lannankäsittelyn historian osalta tietojen keruu on valmistunut keväällä 1997. Kuntakohtaisten lannan käsittelyyn liittyvien tietojen saaminen maa- ja metsätalousministeriöstä ja Maaseutukeskusten liitosta toteutunee vuoden 1998 alussa.

Näin ollen kuntakohtaiset päästötiedot vuosilta 1950, 1959, 1974, 1980, 1986, 1990 ja 1995 - jotka perustuvat kuntakohtaisiin lannankäsittelytietoihin ja tietoihin lannankäsittelyn muutoksista, kuntakohtaisiin eläinmääriin ja ruokinnassa tapahtuneisiin muutoksiin - ovat todennäköisesti valmiina vuoden 1998 alkupuoliskolla. Valtakunnan tason tietoa kyseisten vuosien osalta on saatavilla jo kesällä 1997.

### *Metaani, typpioksiduuli ja NMVOC-yhdisteet*

Vuoden 1997 jälkipuoliskolla tehdään tarkempia arvioita päästöjen laskentamenetelmistä.

## 4.2 Tietopohjan heikkoudet

### 4.2.1 Epävarmuudet

#### *Ammoniakki*

Kotieläintalouden ammoniakkipäästöjen arvioinnissa suurimmat epävarmuudet aiheutuvat ammoniakin haihtumiseen ja eri lannankäsittelymenetelmien ja päästöjä rajoittavien menetelmien päästöjä vähentäviin ominaisuuksiin liittyvän tiedon epätarkkuudesta (ammoniakin haihtumiseen vaikuttavat hyvin monet eri tekijät, jotka vaihtelevat ajallisesti ja paikallisesti sekä sen mukaan millä tavalla ja taidolla lantaa käsitellään). Toinen suurehko epävarmuutta lisäävä seikka on lannankäsittelytiedon epätarkkuus. Tämän osalta parannusta kuitenkin tapahtuu koko ajan.

Väkilannoitteiden päästöissä on epäselvyyttä haihtumisen suuruudesta toisaalta pinnalle levitetyn ja toisaalta sijoituslevitetyn lannoitteen osalta. Turkiseläinten lannankäsittelytiedot ja haihtumiseen liittyvät tiedot ovat suhteellisen epätarkkoja.

#### *Metaani, typpioksiduuli ja NMVOC-yhdisteet*

Metaanin, typpioksiduulin ja NMVOC-yhdisteiden päästökertoimia ja päästöjen arviointia ylipäätensä leimaa suurehko epävarmuus.

## 4.2.2 Tutkimustarpeet

Ammoniakki:

- Ammoniakin haihtumistapahtuman mallinnus niin, että haihtumisen suuruuteen liittyvät epävarmuudet saadaan pienemmiksi. Mallin tueksi tarvitaan kalibroinnin-omaisia päästömittauksia.

Metaani, typpioksiduuli, NMVOC-yhdisteet:

- Pyrittävä tarkempaan päästöarvioon ja NMVOC-yhdisteiden osalta tehtävä peruskartoitusta ja tiedonkeruuta.
- Kyseisten yhdisteiden päästöjen vähentäminen maataloudessa: päästöjen suuruuteen vaikuttavat tekijät, vähentämismenetelmät.

## 4.3 Tuloksia

Vuodelle 1995 arvioitua maatalouden (ei-polttoaineperäiset) ammoniakki-, metaani- ja typpioksiduulipäästöt esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Maataloudesta syntyvät ei-polttoaineperäiset ammoniakki-, metaani- ja typpioksiduulipäästöt (1 000 t/a) vuonna 1995.

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>AMMONIAKKI (NH<sub>3</sub>)</b>     |                  |
| Lypsylehmät                            | 12,5             |
| Muut naudat                            | 9,0              |
| Emakot (porsaineen),<br>karjut         | 2,1              |
| Lihasiat                               | 3,3              |
| Siipikarja                             | 1,8              |
| Lampaat, vuohet                        | 0,3              |
| Hevoset                                | 0,4              |
| Väkilannoitteet                        | 1,8              |
| Turkiseläimet                          | 2,8              |
| <i>Yhteensä</i>                        | <i>34,0</i>      |
| <b>METAANI (CH<sub>4</sub>)</b>        |                  |
| Suopellot                              | 0,8              |
| Kotieläintalous                        | 70 (+ 10)        |
| <i>Yhteensä</i>                        | <i>71 (+ 10)</i> |
| <b>TYPPIOKSIDUULI (N<sub>2</sub>O)</b> |                  |
| Suopellot                              | 4                |
| Väkilannoitteet                        | 4                |
| <i>Yhteensä</i>                        | <i>8</i>         |

## 4.4 Kirjallisuus

- Kemppainen, E. 1986. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. Tiedote 2/86.
- Kotieläinrakennusten perusparantamisen tarve vesiensuojelun kannalta. 1991. Maatalushallitus, Helsinki.
- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. (toim). 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino, Helsinki.

- Lannoitteiden myynnin jakautuminen maatalouskeskusalueittain. Kemira Agro Oy. Vuosittain ilmestyvä lannoitteiden myyntitilasto. Helsinki.
- Lantalatutkimus 1994: Taloudellisia lantalaratkaisuja. Maaseutukeskusten Liitto 1994. Helsinki.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen otantatiedustelu vuodelta 1991. Julkaisematon.
- Maatilojen ympäristöhoito-ohjelmat 1995 - 1996. Maaseutukeskusten liitto 1997. Helsinki.
- Pipatti, R., Savolainen, I. & Sinisalo, J. 1996. Greenhouse impacts of anthropogenic CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions in Finland. Environmental Management 20 (2). P. 219 - 233.
- Tarhaajan kalenteri. Ajasto-kalenterit. Vuosittain ilmestyvä ammattialan kalenteri. Helsinki.
- Tauriala, J. 1993. Viljelijät ja ympäristö -seurantatutkimus 1992. Elintarviketieto. Helsinki.
- Tauriala, J. 1994. Eräiden ympäristötoimenpiteiden suorittaminen maatiloilla. Elintarviketieto. Helsinki.

## 5.1 Tietolähteet

Tällä hetkellä ovat valmiina kuntakohtaiset arviot soiden ja metsien hiilidioksidipäästöistä (taseista) ja NMVOC-päästöistä sekä soiden, järvien ja metsien typpioksiduuli- ja metaanipäästöistä. Soiden ja metsien osalta tiedot perustuvat SILMU-ohjelman loppuraportissa (Kuusisto ym. 1996) esitettyihin kokonaispäästöarvioihin ko. päästökomponenttien ja -lähteiden osalta. Järvistä peräisin olevat päästöt on laskettu CORINAIR-inventaarissa käytettyjen päästökertoimien pohjalta. Järvien kuntakohtaiset pinta-alatiedot ovat peräisin kuntafakta-tietokannasta. Kuntakohtaiset metsäpinta-alatiedot on samoin saatu kuntafakta-tietokannasta (Kuntafakta 1996). Metsiä ei vielä tässä vaiheessa ole jaettu vallitsevan puulajin tai hoitotavan mukaan.

Kunnittaiset soiden pinta-alat on laskettu käyttämällä tietoja metsälautakuntakohtaisista suopinta-aloista (Metsätilastollinen vuosikirja 1993 - 94) sekä käyttämällä apuna GTK:n kuntakohtaisia turvevara-arviointoja (Lappalainen ja Hänninen 1993).

Päästötiedot kaikkien päästölähteiden osalta ovat valmiina vuoden 1997 lopun mennessä.

## 5.2 Tietopohjan heikkoudet

Luontoperäisten päästöjen laskentaan on CORINAIR-inventaarin pohjalta olemassa valmis laskentakehikko. Ongelmana on ollut tarvittavien aktiviteettitietojen syöttäminen halutulla tasolla laskentajärjestelmään. Kuntakohtaisia suopinta-aloja ei ole ollut saatavilla, joten arviot on tehty lähinnä metsälautakuntakohtaisen pinta-alatiedon perusteella (ks. 5.1).

SILMU-raportissa (Kuusisto ym. 1996) arvioidaan metsämaiden hiilivety-päästöjen olevan noin 500 000 t/a. SIPS-järjestelmä ei sisällä vielä luontoperäisten hiilivety-päästöjen laskentaa johtuen huomattavista epävarmuuksista päästöker-toimissa.

Luonnonmetsämaiden typpioksiduulipäästö on 0,05 - 0,1 kg/ha vuodessa. Ravinteikkaassa metsämaassa päästö voi olla hakuuista seuraavana vuonna noin 1 kg/ha. Nykytiedoin ei voida arvioida käsittelymenetelmien vaikutusta erilaisten metsämaiden typpioksiduulipäästöihin (Kuusisto ym. 1996), ja asiassa tarvittaisiin tutkimusta, joka suoraan kykenee tarjoamaan skenaarioita ja toimintamalleja.

## 5.3 Tuloksia

Luontopäästöjen arviointityö on vielä kesken. Taulukossa 4 esitetään päästöt tällä hetkellä valmiina olevien tietojen osalta.

Taulukko 4. Tähänastiset arviot (1 000 t/a) luontopäästöjen osalta. Lukuarvot pätevät 1990-luvun puolivälin tilanteeseen. Miinusmerkkinen päästö tarkoittaa nielua.

| Päästölähde          | CH <sub>4</sub>  | NM VOC     | N <sub>2</sub> O  | CO <sub>2</sub> |
|----------------------|------------------|------------|-------------------|-----------------|
| Suot                 | 850              | 570        | 1,5               | -9 000          |
| Järvet               | 70 <sup>1)</sup> |            | 5,4 <sup>1)</sup> | > 0             |
| Metsät <sup>2)</sup> | -30              | 80         | 3,0               | -30 000         |
| <b>Yhteensä</b>      | <b>890</b>       | <b>650</b> | <b>10</b>         | <b>-39 000</b>  |

<sup>1)</sup> Laskettu CORINAIR-kertoimilla, jotka SILMU-raportissa ilmoitettuihin yksittäisten järvien päästöihin nähden antavat ehkä liian suuren tuloksen.

<sup>2)</sup> Pitävät sisällään myös talousmetsät. Hoitamattomien eli luonnontilassa olevien metsien ala on noin 6 % kokonaismetsäalasta, jos hoitamattomina metsinä pidetään vain luonnonsuojelualueilla sijaitsevia metsiä. Päästöt jakautunevat samassa suhteessa.

## 5.4 Kirjallisuus

Kuntafakta 1996. Tietokanta, versio 2.1. Tilastokeskus, Helsinki.

Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. (toim.). 1996. Ilmastomuutos ja Suomi. Yliopistopaino, Helsinki.

Lappalainen, E. & Hänninen, P. 1993. Suomen turvevarat. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Tutkimusraportti 117.

Metsätilastollinen vuosikirja 1993 - 94. SVT Maa- ja metsätalous 1994:7. Metsäntutkimuslaitos, Helsinki.

# 6

## Liikennepäästöt

### 6.1 Tietolähteet

Tieliikenteen pakokaasupäästöt saadaan VTT Yhdyskuntatekniikassa kehitetystä laskentajärjestelmästä (LIISA95). Järjestelmä tulostaa päästömäärät tonneina kunnittain, lääneittäin ja koko Suomen alueelta. Päästömäärät jaetaan kahdeksalle väylätyypille ja yhdeksälle ajoneuvotyypille. Laskennassa otetaan huomioon autokannan ikäjakama sekä ajoneuvon käynnistyksen, kylmäkäytön ja joutokäynnin päästölisä. Myös erityyppiset polttonesteet otetaan huomioon. Malli tulostaa seuraavat päästökomponentit: hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO<sub>x</sub>), hiukkaset, metaani (CH<sub>4</sub>), typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O), rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>) ja hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>). Polttonesteen kulutus on suoritettietojen ohella LIISA-mallin lähtötieto. (Mäkelä ym. 1996 a ja b)

Päästökomponentit, joita ei saada LIISASTA, on laskettu arvioimalla bensii-  
nin ja dieselpolttoaineiden kulutukset kunnittain. Näiden tietojen perusteella on laskettu liikenteen POP-päästöt.

Rautatie-, vesi- ja ilmaliikenteen päästöt samoin kuin maa- ja metsätalou-  
den, teollisuuden sekä kotitalouksien liikkuvien koneiden ja laitteiden päästöjen  
suhteen on pitäydytty Tilastokeskuksen tekemiin arvioihin. Muiden liikkuvien  
lähteiden päästöt on sitten jaettu kunnittain polttonesteiden kulutusmäärien ja  
suoritemäärien perusteella.

VTT Yhdyskuntatekniikka on luomassa liikenteen pakokaasupäästöjen  
laskentajärjestelmää (LIPASTO), johon sisältyvät ilmaliikenteen, vesiliikenteen,  
rautatieliikenteen ja maantieliikenteen (LIISA) mallit. Pakokaasupäästöjen lisäksi  
LIPASTO-järjestelmä sisältää energiankulutus- ja suoritettiedot liikennemuodoit-  
tain ja alueittain. LIPASTO-järjestelmää päivitetään vuosittain. Malliin tallenne-  
taan tiedot vuodesta 1980 lähtien ja ennusteet tehdään vuoteen 2016. Järjestel-  
män kehittäjien tavoitteena on, että vuoden 1997 lopussa mallilla saadaan laske-  
tuksi vuoden 1996 tiedot (Mäkelä ym. 1996 b), joita voidaan hyödyntää SIPS-pro-  
jektissa.

### 6.2 Tietopohjan heikkoudet

Tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskennassa on kaksi pääelementtiä: suoritteet  
ja niitä vastaavat päästökertoimet. Tielaitoksen tierekisterin tietojen ansiosta yleis-  
ten teiden ajoneuvotyypikohtaiset liikennesuoritteet pystytään arvioimaan tie-  
tyypeittäin. Katusuorite on huonosti tunnettu, joten kaikkien kuntien katusuori-  
te on LIISA-järjestelmässä jaettu väkiluvun suhteessa.

LIISA-mallissa polttonesteen kulutus ja päästöt lasketaan myydyn polt-  
tonestemäärän perusteella. Saadut ajoneuvotyypikohtaiset keskekulutukset ei-  
vät vastaa mitattuja kulutuksia. Tästä aiheutuu virhettä päästöjen ja kulutuksen  
jakautumisen arvioinnissa kunnittain, koska jakautuminen kunnille perustuu  
keskekulutuksille.



Tieliikenteen päästökertoimina LIISA-mallissa on käytetty VTT Energia -tutkimusyksikön mittaustuloksia ja kansainvälisiä tietolähteitä (Mäkelä ym. 1996 a). Päästöjen laskenta perustuu vuosimallin 1993 moottorin päästöihin normaalissa käyttölämpötilassa. Perusvuoden autokanta muodostuu 20 vuosimallista. Perusvuoden päästökertoimia muutetaan lukuisilla korjauskertoimilla.

Tieliikenteen päästöjen LIISA-mallilla laskettua arviota voidaan pitää kokonaisuutena melko luotettavana vaikka sekä suoritteisiin että päästökertoimiin sisältyy runsaasti epävarmuustekijöitä. Suomessa suoritteet kuitenkin tunnetaan muihin Euroopan maihin verrattuna keskimääräistä paremmin.

## 6.3 Tuloksia

VTT:n LIISA-mallilla lasketut tieliikenteen päästöt esitetään taulukossa 5.

Taulukko 5. Tieliikenteen pakokaasupäästöt, polttonesteen kulutukset ja suoritteet vuosina 1990 - 2015 (Mäkelä ym. 1996a).

|                            | Pakokaasupäästöt (1 000 t/a) |        |        |        |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            | 1990                         | 1995   | 2000   | 2005   | 2010   | 2015   |
| CO                         | 405                          | 305    | 247    | 174    | 146    | 146    |
| HC                         | 61                           | 50     | 40     | 27     | 22     | 22     |
| NO <sub>x</sub>            | 157                          | 131    | 103    | 73     | 61     | 61     |
| Hiukk.                     | 11                           | 8      | 6      | 5      | 4,5    | 4      |
| CH <sub>4</sub>            | 2,8                          | 2,5    | 2,1    | 1,6    | 1,4    | 1,3    |
| N <sub>2</sub> O           | 0,6                          | 0,8    | 1,3    | 1,6    | 1,6    | 1,5    |
| SO <sub>2</sub>            | 5,3                          | 1,8    | 0,4    | 0,4    | 0,4    | 0,3    |
| CO <sub>2</sub>            | 11 200                       | 10 400 | 11 300 | 11 500 | 11 600 | 11 600 |
| Polttoneste<br>(1 000 t/a) | 3 500                        | 3 300  | 3 600  | 3 600  | 3 700  | 3 700  |
| Suorite<br>(milj. km/a)    | 43 000                       | 42 200 | 48 500 | 52 300 | 55 600 | 58 200 |

## 6.4 Kirjallisuus

- Mäkelä, K., Kanner, H. & Laurikko, J. 1996 a. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. Liisa 95 -laskentajärjestelmä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. VTT Tiedotteita 1772.
- Mäkelä, K., Gröhn, J. & Pääkkönen, E. 1996 b. Lipasto. Liikenteen päästöjen laskentajärjestelmä. Vuoden 1996 työt. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. VTT Yhdyskuntatekniikka tutkimusraportti 376.

## Kasvihuonekaasupäästöt

### 7.1 Kasvihuoneilmiön voimistaminen

Ihminen on toiminnallaan vaikuttanut maapallon säteilytasapainoon aiheuttamalla ilmaan kohdistuvia luonnollisten kasvihuonekaasujen ja muiden kasvihuoneilmiöön vaikuttavien yhdisteiden päästöjä. Tällöin puhutaan yleensä kasvihuoneilmiön voimistamisesta.

Kasvihuonekaasupäästöt voidaan vaikutuksensa perusteella jakaa kahteen ryhmään. Hiilidioksidilla ( $\text{CO}_2$ ), metaanilla ( $\text{CH}_4$ ), typpioksiduulilla ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ja halogeeniyhdisteillä (CFC, HCFC, HFC, PFC,  $\text{SF}_6$ ) on suora kasvihuoneilmiötä voimistava vaikutus. Hiilimonoksidi (CO), typen oksidit (NO,  $\text{NO}_2$ ) ja haihtuvat orgaaniset hiilivedyt (VOC) vaikuttavat välillisesti kasvihuonekaasujen muodostumiseen ja pitoisuuksiin. VOC-yhdisteistä metaani vaikuttaa säteilypakotteeseen myös suoraan, jolloin sitä ei lueta välillisesti vaikuttaviin yhdisteisiin, joista käytetään ryhmänimitystä NMVOC (Non-Methane Volatile Organic Compounds). Eri kaasujen kasvihuonevaikutusta voidaan tarkastella muuntamalla päästöt hiilidioksidiekvivalenteiksi suhteellisen vaikutuskertoimen (GWP-kerroin) avulla. Kerroin kuvaa kaasun säteilypakotetta tietyssä ajanjaksona hiilidioksidin aiheuttamaan lämmitysvaikutukseen suhteutettuna.

#### 7.1.1 Päästölähteet

Ihmisperäisten hiilidioksidipäästöjen tärkeimpänä lähteenä ovat fossiiliset polttoaineet, joiden polton yhteydessä vapautuva päästömäärä riippuu polttoaineiden lämpöarvosta ja hiilipitoisuudesta. Suurin osa  $\text{CO}_2$ -päästöistä aiheutuu hiilen ja öljyn käytöstä. Suomessa merkittäviä päästölähteitä ovat myös polttoturpeen, maa-kaasun ja puuperäisten polttoaineiden poltto. Puuperäisten polttoaineiden poltosta aiheutuva päästö on Suomessa pienempi kuin metsien kasvun sitoma hiilidioksidimäärä, joten sitä ei normaalisti sisällytetä energian tuotannon hiilidioksidipäästöihin.

Metaania syntyy bakteerien hajottaessa orgaanista ainetta hapettomissa olosuhteissa. Ihmisen toiminnan aikaansaamia päästölähteitä ovat maa- ja karjatalous, jätteen ja jätevesien käsittely ja jossain määrin myös energian tuotanto. Suomen kannalta merkittävimmät päästölähteet ovat karjatalous, orgaanisen jätteen hajoaminen sekä luontopäästöt (luonnontilaiset ja ojitetut suot).

Typpioksiduulilla on useita luontoperäisiä, osittain tuntemattomiakin lähteitä, joista monen voimakkuutta on hyvin vaikea arvioida. Ihmisperäiset lähteet liittyvät maankäytön muutoksiin, typpilannoitteiden käyttöön, apidiinin ja typpihapon valmistukseen, karjatalouteen ja energian tuotantoon. Uusi, kasvava päästölähde ovat kehittyneet polttotekniikat ja autojen katalysaattorit. Suomen kannalta merkittäviä päästölähteitä ovat energian tuotanto, maatalous ja luontolähteet (kangasmaat, suot).

Halogenoiduissa hiilivedyissä on joko kaikki tai osa molekyylin vetyatomeista korvattu kloorilla, fluorilla, bromilla tai jodilla. Useimmat halogenoidut hiilivedyt ovat pitkäikäisiä ja tehokkaita kasvihuonekaasuja. Kasvihuoneilmiön kannalta

merkittävimpiä ovat CFC-yhdisteet eli freonit. Otsonikerrosta heikentävien yhdisteiden tuotannon ja käytön lopettamisesta on sovittu Montrealin pöytäkirjassa. CFC-yhdisteiden päästöt ovatkin pienentyneet merkittävästi viime vuosina, eivätkä pitoisuudet ilmakehässä enää juuri kasva. Suomessa CFC-yhdisteiden käyttö on kielletty vuoden 1995 alusta joitakin poikkeuksia lukuunottamatta. Vuosittainen käyttömääräarvio on noin 50 tonnia. HCFC-yhdisteiden käyttö on puolestaan kasvanut, ja kun niihin kohdistuvia määräyksiä tiukennetaan, kasvaa HFC-yhdisteiden käyttö.

Typen oksidien päästöt ovat lähes kokonaan peräisin energian tuotannon ja liikenteen polttoprosesseista joko polttoaineperäisenä tai ilmasta sidottuna typpenä. Liikenne tuottaa nykyisin yli puolet Suomen typpidioksidipäästöistä. Hiilimonoksidi, joka ilmassa hapettuu hiilidioksidiksi, on valtaosin peräisin liikenteen bensiinikäyttöisistä autoista, mutta myös pienpoltosta. Hiilivetyjen päästölähteitä ovat liuottimien käyttö, kiinteät polttoprosessit, liikenne, öljyn jalostus ja bensiinin jakelu sekä puun pienpoltto. Myös maatalous ja varsinkin luontopäästöt ovat merkittäviä, mutta niiden päästöarviot ovat epävarmoja. Rikkidioksidipäästöjen aiheuttamalla ilmakehän sulfaattipitoisuuden kasvulla samoin kuin hiukkaspäästöillä yleensä on ilmakehää viilentävä vaikutus.

### 7.1.2 Biosfäärin kasvihuonekaasutaseet

Biosfäärissä on merkittäviä kasvihuonekaasujen lähteitä ja nieluja. Arviot niiden suuruudesta ovat kuitenkin melko epävarmoja. Parhaiten arvioituna on hiilen kertyminen puustoon puubiomassan kasvaessa. Luonnontilaiset ja myös ojitetut suot ovat merkittävä metaanin lähde. Vesistöjä koskevia luotettavia päästö- ja nieluarvioita ei toistaiseksi ole selvitysten harvalukuisuuden ja tulosten epävarmuuksien vuoksi voitu tehdä. Biosfäärin taseiden osalta SIPS-järjestelmässä keskitytään toistaiseksi kehittämään luontopäästöihin liittyvää laskentaa, nieluja voidaan arvioida vasta kun niihin liittyvistä uusista tutkimuksista saadaan lisää tietoa.

## 7.2 Tietolähteet

### 7.2.1 Nykyiset inventaariot

Kansainvälisen ilmastopimuksen (YK 1994) mukaisesti Suomi on nyt toista kertaa raporttoimassa toimistaan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja hiilivarastojen ja -nielujen suojelemiseksi sopimuksen edellyttämällä tavalla. Raportointiin sisältyvä kasvihuonekaasupäästöjen ja nielujen inventaario noudattaa hallitusten välisen ilmastomuutospaneelin ohjeistusta (IPCC 1996). Suomen raporttiin sisältyy myös arvio kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä kolmen eriskenaarion (Kauppa- ja teollisuusministeriö 1997) mukaisesti. Raportointia on koordinoanut Suomen ympäristökeskus ja tiedon tuottajina ovat lisäksi olleet muun muassa VTT, Tilastokeskus, kauppa- ja teollisuusministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Joensuun yliopisto.

Energian tuotannon ja kulutuksen päästötiedot on laskettu Tilastokeskuksen ILMARI-mallilla, jonka lähtötiedot ovat peräisin muun muassa SYKEN rekistereistä, VTT:n LIISA-mallista ja Tilastokeskuksen energiatilastoista. Haihtuvien yhdisteiden päästöt kiinteistä ja nestemäisistä polttoaineista on päivitetty aiemmista inventaarioista polttoaineiden kulutuksen perusteella. Metaani- ja typpioksiduulipäästöt teollisuudesta, maataloudesta ja jätteistä on arvioitu perus-

tuen VTT:n selvityksiin (Pipatti 1997). Arvioissa on poikettu IPCC-ohjeistuksesta käyttämällä esimerkiksi Suomen oloihin paremmin soveltuvia päästökertoimia. Metsätalouteen ja maankäytön muutoksiin liittyvät inventaariot on tehty IPCC:n ohjeistuksia noudattaen.

IPCC:n uusissa ohjeistuksissa (IPCC 1997) on kiinnitetty huomiota IPCC-raportointiin ja CORINAIR-raportointiin sisältyvien arviointimenettelyjen yhtenäistämiseen. Samalla on tulossa muutoksia ja lisäyksiä eri osa-alueiden kasvi-huonekaasupäästöjen arviointiin.

### **7.2.2 SIPS-järjestelmä**

SIPS-järjestelmän tulee kyetä tuottamaan kasvihuonekaasuinventaariot ainakin nykyisissä IPCC- ja CORINAIR-muodoissa. Kyseisten inventaarioiden ohjeistuksissa tapahtuvien muutosten ja käynnissä olevan harmonisointityön sekä joidenkin kotimaisten päästölähteiden luokittelutyön keskeneräisyyden vuoksi SIPS-järjestelmän kasvihuonekaasulaskenta ja tulosten esitystapa ei toistaiseksi ole yhtenevä kummankaan kanssa. CORINAIR-inventaariossa käytetyn SNAP 94 -luokituksen päivittäminen SIPS-järjestelmään mahdollistaa jatkossa erityyppisten raporttien tekemisen.

Kasvihuonekaasulaskennan lähtötietojen keruu perustuu halogeeniyhdisteitä lukuunottamatta SIPS-järjestelmän muiden osaprojektien päästötietojen keruuseen. Halogeeniyhdisteiden päästöarviot perustuvat aineiden tuotanto- ja käyttömääriin (Tilastokeskus 1996, Ympäristöministeriö 1997).

Maatalous- ja luontopäästöjä lukuunottamatta laskenta ei käytä muiden osaprojektien valmiita tuloksia vaan suoraan rekistereistä ja malleista saatua tietoa. Näin vältetään järjestelmän muissa vaiheissa mahdollisesti esiintyviltä virheiltiltä ja voidaan nopeuttaa kasvihuonekaasuinventaarioiden päivityksiä. Maatalouden päästöille on oma mallinsa (luku 4) ja luontopäästöarviot (luku 5) ovat peräisin lähinnä SILMU-ohjelmasta. Järvien typpioksiduulipäästöt on laskettu pinta-alatietoihin ja CORINAIRin päästökertoimiin perustuen.

Kaikki tarpeellinen luokiteltu tieto on tallennettu SIPS-tietokantaan. Tiedonkeruun avaimena tietokannasta tulee olemaan CORINAIR-inventaarion mukainen SNAP-luokitus, jonka avulla eri kasvihuonekaasupäästöt voidaan summata omaan yhteenvetotaulukkoonsa. Tietokannan rakenne ja oma summataulukko antavat vapauden halutun muotoisen raportin tuottamiseen. CORINAIR-raportointia vastaava taulukko syntyy helposti jo summataulukon perusmuodosta luokittelutyön valmistuttua. IPCC-raportointiin käytetään ETC/AEM:n mukaista vastaavuustaulukkoa (CORINAIR 1996), jonka avulla nykyinen SNAP-luokitus voidaan muuntaa vastaamaan nykyistä IPCC-luokitusta. Muuntotaulukko on tallennettu SIPS-tietokantaan ja on osa raportointirutiineja.

## **7.3 Tietopohjan heikkoudet**

### **7.3.1 Lähdetiedon epävarmuudet**

Lähdetietojen epävarmuuteen vaikuttavat päästölähteen luonne, päästölaji sekä etenkin mittaus- tai arviointimenetelmät. Pistelähteiden (lähinnä energian tuotanto) päästötiedot ovat suhteellisen luotettavia, koska päästöt mitataan ja raportoidaan säännöllisesti. Tosin SIPS-järjestelmä käyttää suoria pistelähteiden päästötietoja vain typen oksidien ja rikkidioksidin osalta, muut päästöarvot ovat laskennallisia perustuen polttoaineiden käyttöön ja päästökertoimiin. Liikenteen

päästöt perustuvat LIISA-mallin käyttämiin suorite-, polttoaine- ja päästökerrointietoihin. Päästötietojen epävarmuus kasvaa siirryttäessä pienempiin ja hajanaisempiin päästölähteisiin. Oman lukunsa muodostavat luontopäästöt ja nielut, joiden osalta ainoastaan metsien hiilitaseet ovat suhteellisen luotettavalla pohjalla. Soiden ja varsinkin vesistöjen osalta tiedot ovat epävarmoja, mutta niitä tullaan tarkentamaan meneillään olevien projektien tulosten avulla.

### 7.3.2 Järjestelmän heikkoudet

Lähtötietokantojen tietosisällön oikeellisuuteen liittyy epävarmuuksia. Tietojen siirron aikana saattaa tapahtua virheitä, joiden jäljittäminen myöhemmin on hankalaa. Tällä hetkellä systemaattisten tarkistusrutiinien tekeminen on vielä kesken. Tietojen tarkistuksessa nojaututaan lähtötietokantojen ja tulostiedostojen summien täsmäämiseen.

Tulosten raportoinnissa on vielä paljon heikkouksia. Luokittelun keskenäisyys aiheuttaa muun muassa sen, että tulostusmuoto ei ole vertailukelpoinen muiden raportointien kanssa. Teollisuusprosesseista aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ei vielä kyetä raportoimaan, vaikka lähtötiedot ovatkin jo järjestelmän käytettävissä.

Päästöjen kehityssennusteiden tekemiseen ei myöskään toistaiseksi ole kunnollisia valmiuksia. SIPS-järjestelmässä skenariointi tulee hyvin pitkälle perustumaan kasvihuonekaasupäästöjen valtalähteiden toimialakohtaisten kehityssennusteiden seurantaan ja niistä saatavien tulosten hyödyntämiseen järjestelmän lähtötietoina.

## 7.4 Tuloksia

Taulukossa 6 esitetään suorien ja epäsuorien kasvihuonekaasujen päästöt Suomessa vuonna 1995. Osa tiedoista (halogeeniyhdisteet ja osa luontopäästöistä) on vuodelta 1994. Luontopäästöt ja nielut ovat summalukuja, joiden jaottelu on esitetty tämän raportin luontopäästöosassa (luku 5). Taulukon 6 liuottimien käytöstä aiheutuva NMVOC-päästöarvio sisältää myös teollisuusprosessit ja pistelähteet.

Tulostaulukon perusmuoto muutetaan vastaamaan SNAP-luokituksen mukaista jaottelua heti, kun luokitustyö on saatu valmiiksi ja järjestelmän toimivuus tarkistettu. Tarkoituksena on, että vastaavalla luokituksella voidaan SIPS-tietokantaan tehdä kysely mistä tahansa päästöstä tai päästöryhmästä, jolloin erillisiä tulostusmuotoja eri ryhmille kuten VOC-, POP- tai happamoittavat päästöt ei tarvita.

## 7.5 Kirjallisuus

- CORINAIR 1996. Atmospheric emission inventory guidebook. Julk: McInnes, G. (toim.). Joint EMEP/CORINAIR atmospheric emission inventory guidebook, volume 1, 1st edition. European Environment Agency, Copenhagen.
- IPCC 1996. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Reporting instructions (volume 1), Workbook (volume 2), Reference manual (volume 3). Bracknell, IPCC WGI Technical Support Unit.
- IPCC 1997. A summary of the revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IPCC Support Unit for Emission Inventories, Paris.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö 1997. Energy market 2025 scenarios. Helsinki. Publications 3/97.
- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. (toim.) 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino, Helsinki.

- Pipatti, R. 1997. Potential and cost-effectiveness of reducing methane and nitrous oxide emissions in Finland. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Energia, Espoo. Käsikirjoitus.
- Tilastokeskus 1996. Greenhouse gas inventory: Finland 1992 - 1994. An interim report. Julkaisematon.
- Ympäristöministeriö 1997. Finland's national report under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Helsinki. Käsikirjoitus.

Taulukko 6. Suorien ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HCFC, HFC, PFC,  $\text{SF}_6$ ) ja epäsuorien ( $\text{NO}_x$ , CO, NMVOC) kasvihuonekaasujen sekä rikkidioksidin ( $\text{SO}_2$ ) päästöt vuonna 1995.

| Päästölähteet                         | Päästöt (1 000 t/a) |               |                      |             |              |                |               |               |            |                  |               |
|---------------------------------------|---------------------|---------------|----------------------|-------------|--------------|----------------|---------------|---------------|------------|------------------|---------------|
|                                       | $\text{CH}_4$       | $\text{CO}_2$ | $\text{N}_2\text{O}$ | HCFC        | HFC          | PFC            | $\text{SF}_6$ | $\text{NO}_x$ | CO         | NMVOC            | $\text{SO}_2$ |
| Pistelähteet                          | 6,5                 | 37 500        | 4                    |             |              |                |               | 77            | 43         |                  | 76            |
| Pienet lämpölaitokset                 | 0,2                 | 63            | 0,004                |             |              |                |               | 0,2           | 2          | 1                | 1             |
| Asunnot ja kiinteistöt                | 9,1                 | 5 900         | 0,5                  |             |              |                |               | 19            | 61         | 21               | 11            |
| Liikenne ja muut<br>liikkuvat lähteet | 2,6                 | 10 400        | 0,9                  |             |              |                |               | 139           | 305        | 81               | 4             |
| Maa- ja metsätalous,<br>polttoaineet  | 2,2                 | 2 200         | 0,6                  |             |              |                |               | 24            | 24         | 13               | 5             |
| Maatalous, muu<br>kuin polttoaineet   | 71                  | 5 000         | 8                    |             |              |                |               |               |            |                  |               |
| Teollisuusprosessit                   |                     |               | 3                    | 0,93        | 0,061        | 0,00004        | 0,004         |               |            |                  |               |
| Polttoaineiden jakelu                 | 0,4                 |               |                      |             |              |                |               |               |            | 8                |               |
| Liuottimien käyttö                    |                     |               |                      |             |              |                |               |               |            | 59 <sup>1)</sup> |               |
| Kaatopaikat                           | 140                 | 30            |                      |             |              |                |               |               |            |                  |               |
| Jätevesien ja lietteiden<br>käsittely | 20                  | 170           |                      |             |              |                |               |               |            | 2                |               |
| Luontoperäiset <sup>2)</sup>          | 920                 |               | 10                   |             |              |                |               |               |            | 650              |               |
| Nielut <sup>2)</sup>                  | -30                 | -39 000       |                      |             |              |                |               |               |            |                  |               |
| <b>Yhteensä</b>                       | <b>1 100</b>        | <b>22 300</b> | <b>27</b>            | <b>0,93</b> | <b>0,061</b> | <b>0,00004</b> | <b>0,004</b>  | <b>260</b>    | <b>430</b> | <b>840</b>       | <b>97</b>     |

<sup>1)</sup> Sisältää pistelähteiden päästöt (33 000 t/a), <sup>2)</sup> Ks. varaukset taulukossa 4.

## VOC-päästöt

### 8.1 VOC-yhdisteen käsite

ECE:n haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) vähentämistä koskevassa pöytäkirjassa, jonka Suomi allekirjoitti marraskuussa 1991, määritellään VOC-yhdisteiksi kaikki orgaaniset yhdisteet, jotka voivat tuottaa valokemiallisia oksidantteja reagoidessaan typen oksidien kanssa auringon valon läsnäollessa. Hiilivetyjen lisäksi VOCeihin luetaan aldehydit, alkoholit, fenolit, eetterit, esterit, ketonit ja orgaaniset hapot, mutta ei CFC-yhdisteitä. Non-methane-VOC-yhdisteillä (NM-VOC) tarkoitetaan kaikkia muita VOC-yhdisteitä paitsi metaania.

SIPS-projektissa on arvioitu antropogeenisten NMVOC-päästöjen määrä vuonna 1995. NMVOC-päästöskenaariot tehdään vuoden 1997 aikana ja julkaistaan Suomen ympäristö -sarjassa. Syksyn 1997 aikana selvitetään Suomessa toteutetut NMVOC-päästöjen rajoitustekniikat sekä kootaan yleistietoa vähentämistekniikoista kustannuksineen.

### 8.2 Tietolähteet

Päästölähteet on SIPS-projektissa jaoteltu pistelähteisiin ja alueellisiin lähteisiin. Pistelähteiden tiedot saadaan ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmästä ja ne sisältävät energiantuotannosta (sähkön ja lämmön tuotanto), teollisuusprosesseista ja teollisuuden liuottimien käytöstä ilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Alueelliset lähteet kattavat asuntojen ja kiinteistöjen erillislämmityksen, liikenteen ja muut liikkuvat lähteet, maatalouden polttoaineista aiheutuvat päästöt, polttoaineiden jakelun, kaatopaikat, jätevesien ja lietteiden käsittelyn sekä luontoperäiset päästöt.

- Asuntojen ja kiinteistöjen päästöjen laskenta perustuu Tilastokeskuksen rakennuskantatietoihin (Kuntafakta 1996), polttoainekohtaisiin kokonaisenergian kulutustietoihin (Energia-tilastot 1995) ja Tilastokeskuksen laskemiin IPCC:n ohjeen mukaisiin polttoainekohtaisiin kertoiimiin (Tilastokeskus 1996).
- Pienten lämpölaitosten tiedot on laskettu polttoaineen kulutuksen (Energia-tilastot 1995) ja IPCC:n mukaisten kertomien perusteella.
- Maa- ja metsätalouden päästöihin sisältyvät maatalouden rakennusten, työkonien ja polton päästöt ja ne on laskettu maatilojen lukumäärän (Kun-  
tafakta 1996) sekä polttoaineiden kulutustietojen (Energia-tilastot 1995) ja IPCC-kertomien avulla.
- Liikenteen ja muiden liikkuvien lähteiden päästöjen laskennassa on käytetty VTT:n LIISA-tietokannan (Mäkelä ym. 1996) päästötietoja, jotka puolestaan perustuvat tilastoituihin liikenne- ja kuljetussuoritettietoihin sekä EPAn määrittämiin ominaispäästökertoiimiin. VTT on muuttanut päästökertomia paremmin Suomen autokantaa vastaaviksi (Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vähentämisstrategia, 1992).
- Polttoaineiden jakelun päästöt sisältävät sekä maakaasun että polttonesteiden jakeluverkoston päästöt. Edelliset on saatu siirron ja jakelun häviöistä Maakaasuyhdistyksen vuosikertomuksesta (Maakaasuyhdistys 1996) ja jäl-

kimmäiset on laskettu kuntien väkiluvun (Kuntafakta 1996) ja CORINAIR-kertoimien avulla (CORINAIR 1996). Jatkossa polttonesteiden jakeluketjun päästöt on tarkoitus laskea huoltoasemien ilmoittamien polttonesteiden myyntimäärien perusteella.

- Jätevesien ja lietteiden käsittelyn päästöt on arvioitu kuntakohtaisesti yhdyskuntien liete- ja jätevesimäärien (Kuntafakta 1996) sekä IPCC-kertoimien avulla.
- Kotitalouksien liuottimien käyttö on arvioitu CORINAIR-kertoimilla (CORINAIR 1996) ja kuntien väkiluvun avulla (Kuntafakta 1996).

### 8.3 Tietopohjan heikkoudet

NMVOC-päästöt ovat peräisin lukuisista orgaanisista yhdisteistä. Kaikista niistä aineista, joista haihtuu orgaanisia yhdisteitä, ei ole saatavissa riittävästi koostumus- ja käyttötietoja. Näin ollen laskennalliset päästömäärät eivät kerro todellista ilmaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää, vaan arvion todennäköisimmästä päästötasosta.

Pienimmät virheet päästöarvioissa ovat suurten yksittäisten lähteiden päästöissä (ns. pistelähteet). Nämä ovat ilmansuojelulain nojalla lupa- ja raportointivelvollisia. Vuosiraportoinnissa ilmoitetut päästöt ilmaan on joko mitattu, laskettu ainetaseiden avulla tai arvioitu (tieto menetelmästä liitetään raporttiin). Vuosiraporttiin sisältyvät myös häiriöpäästöt sillä tarkkuudella kuin ne on mahdollista arvioida. Häiriöpäästöt (sikäli kuin niitä on) muodostavat huomattavan osan laitoksen vuosittaisista kokonaispäästöistä.

Päästöarvioiden virheet voivat olla huomattavia, kun käytetään harvoin kertaluonteisiin mittaustuloksiin tai muutaman aineen koostumustietoihin perustuvia päästökertoimia. Myös pk-teollisuuden lukumääräisesti runsaat ja erilaiset NMVOC-päästöt joudutaan arvioimaan. Suomen olot saattavat poiketa huomattavastikin päästökertoimien määrittämisoloista. Kaikkia päästöjen syntymiseen vaikuttavia seikkoja ei voida ottaa huomioon päästökertoimissa ja päästöt saattavat vaihdella esimerkiksi laitetekniikasta johtuen. Kulutustuotteiden todellisia käyttömääriä on vaikea selvittää ja niissä sekä tuotteiden sisältämien liuotteiden määrissä tapahtuu muutoksia. (Mroueh 1994, 1997; Myllynen 1995; Strategy for volatile organic compounds, 1991)

Ongelmallisimpia alueita NMVOC-päästöjen arvioinnissa ovat puun pienpoltto (koska päästöistä ei ole saatavissa riittävästi tietoa), jätevesien käsittely (erityisesti teollisuuden, koska vesiin joutuvat liuotteet on osittain otettu huomioon liuotteiden käytön päästöjen yhteydessä), kaatopaikkakaasut (mittaustutkimusten epävarmuudet) sekä kulutustuotteet (käyttömäärät usein arvioitu) (Mroueh 1994, 1997). Taulukkoon 7 on koottu eri toimialojen päästöjen arvioinnissa epävarmuuksia aiheuttavia tekijöitä.

### 8.4 Tuloksia

Allekirjoittaessaan NMVOC-päästöjen vähentämispöytäkirjan Suomi sitoutui vähentämään päästöjään 30 prosentilla vuoden 1988 tasosta viimeistään vuonna 1999. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vähentämisstrategia -julkaisussa (1992) luettiin vuonna 1988 suurimmiksi päästölähteiksi liikenne (110 000 t/a), liuotteiden käyttö (48 000 t/a) ja energian tuotanto (35 000 t/a), joiden osuus ihmisen tuottamista NMVOC-päästöistä (212 000 t/a) oli noin 80 %. Luontoperäisiksi NMVOC-päästöiksi arvioitiin 520 000 t/a vuonna 1988.



NMVOC-päästöt ovat todellisuudessa vähentyneet vuodesta 1988 vuoteen 1995 mennessä enemmän kuin vertailu taulukoihin 8 - 10 osoittaa (vähennys kokonaispäästöissä olisi 13 %). Syinä aiempien päästöarvioiden ja SIPS-projektissa laskettujen päästöjen eroihin ovat muun muassa pistelähteistä saatujen ilmoitusten suuret vuosittaiset vaihtelut sekä arvioitujen ja laskennallisten päästöjen epätarkkuudet. Päästöjen vähentymiseen on vaikuttanut muun muassa se, että liuotinpitoisia tuotteita (maaleja, painovärejä ja rasvanpoistoliuotteita) on korvattu osittain vähemmän liuotteita sisältävillä tuotteilla sekä erityisesti ilmalupavelvoitissa laitoksissa tehdyt päästöjen vähentämistoimenpiteet. Kulutustuotteiden käytössä on myös tapahtunut muutoksia ja viime vuosien taloudellisen tilanteen aiheuttama tuotannon väheneminen on tuonut oman osansa päästöjen vähenemiseen. Kulutusmäärien ja päästökertoimien avulla lasketut päästötiedot on näin ollen ajanmukaistettava tuoreen tutkimustiedon pohjalta.

Taulukko 7. NMVOC-päästöjen tietolähteitä ja niissä epävarmuuksia aiheuttavia tekijöitä toimialoittain (Mroueh 1994).

|  |   |
|--|---|
| Maalien käyttö:                          | Maalien liuotepitoisuustietojen epävarmuudet  |
| Painolaitokset:                          | Päästötietojen epävarmuus pienten ilmalupa-(aiemmin ilmansuojeluilmoitus-) velvollisten laitosten osalta  |
| Kloorattujen aineiden käyttö:            | Suomeen tuotavien liuotteiden määrästä ei ole riittävästi tietoa.   |
| Liuotteita käyttävät valmistusprosessit: | Asetonipäästöt joudutaan arvioimaan, koska niistä ei ole saatavissa tilasto- tai mittaustietoa.   |
| Kulutustuotteet:                         | Päästökertoimet perustuvat USA:ssa ja Keski-Euroopassa tehtyihin tutkimuksiin, joten tuotteiden liuotinpitoisuuksissa sekä käytössä on eroja Suomeen verrattuna.  |
| Kemian teollisuus:                       | Tiedot perustuvat ilmansuojeluilmoituksissa annettuihin tietoihin.  |
| Öljynjalostamot:                         | Tiedot perustuvat pääosin ilmansuojeluilmoituksissa annettuihin tietoihin, säiliöpäästöt on laskettu API-standardien kaavoilla, prosessialueiden päästöt EPAn haihtumispäästöjen SOCMI-kertoimiin perustuvalla laskentamallilla.  |
| Kemikaalivarastot:                       | Tiedot perustuvat ilmansuojeluilmoituksissa annettuihin tietoihin, joihin ne on laskettu API:n standardeissa tai EPAn ja Concawen julkaisuissa esitetyillä tavoilla. Hajapäästöt on laskettu joko arvioituina prosenttiosuuksina tai SOCMI-kertoimilla.   |
| Elintarviketeollisuus:                   | Tiedot on laskettu päästökertoimilla, jotka perustuvat harvoin mittauksiin ja käytännön kokemuksiin.  |
| Metalliteollisuus:                       | Tiedot on arvioitu päästökertoimien ja tuotantolukujen avulla.  |
| Jätteiden ja jäteveden käsittely:        | Tiedot on laskettu päästökertoimien ja määrätietojen avulla.  |
| Energian tuotanto:                       | Pienpolton savukaasujen NMVOC-pitoisuus ja -koostumus vaihtelee riippuen laitetekniikasta, käyttötavasta, polttoaineen ominaisuuksista sekä kaasujen metaanipitoisuudesta. Lisäksi polttoprosessia ja siten päästöjä ei voida pienpoltossa hallita yhtä tehokkaasti kuin teollisuuslaitoksissa.   |
| Liikenne:                                | Tieliikenne: päästökertoimien perusteella<br>Junaliikenne: polttoaineen kulutuksen ja päästökertoimien perusteella<br>Laivaliikenne: polttoaineen kulutuksen ja päästökertoimien perusteella<br>Huviveneily: päästökertoimien ja polttoaineen kulutuksen perusteella<br>Lentoliikenne: liikennemäärien ja päästökertoimien perusteella<br>Työkoneet: aiempia päästöarvioita suhteuttaen |
| Polttoaineiden jakelu:                   | Varastot ilmansuojeluilmoitusten perusteella sekä bensiinin myyntimääristä käyttäen Concawen laskentakertoimia  |
| Autonhoitotuotteet:                      | Käyttömäärien perusteella   |
| Tienpäällystys:                          | Käyttömäärien ja bitumituotteiden päästökertoimien perusteella  |

Taulukko 8. Ihmisen toiminnasta aiheutuvat NMVOC-kokonaispäästöt vuonna 1995.

| Päästölähde  | NMVOC (1 000 t/a) |
|--|-------------------|
| Polttoaineperäiset päästöt yhteensä, josta   | 120               |
| pienet lämpölaitokset  | 1                 |
| asunnot ja kiinteistöt   | 21                |
| liikenne ja muut liikkuvat lähteet   | 81                |
| maa- ja metsätalous  | 13                |
| Polttoaineiden jakelu  | 8                 |
| Liuottimien käyttö (sisältää taulukossa 9 esitettävät pistelähteiden päästöt, yhteensä 33 000 t/a) | 59                |
| Jätevesien ja lietteiden käsittely   | 2                 |
| <b>Yhteensä</b>  | <b>190</b>        |

Taulukko 9. Pistelähteiden (ilmoitusvelvollisten laitosten) NMVOC-päästöt päätoimialoittain vuonna 1995.

| Toimiala          | Päästöt (1 000 t/a) |
|-------------------|---------------------|
| Energiantuotanto  | 1                   |
| Kemian teollisuus | 23                  |
| Metalliteollisuus | 2                   |
| Metsäteollisuus   | 6                   |
| Muu teollisuus    | 1                   |
| <b>Yhteensä</b>   | <b>33</b>           |

Taulukko 10. Pistelähteiden (ilmoitusvelvollisten laitosten) NMVOC-päästöt yhdisteittäin vuonna 1995.

| NMVOC-yhdiste   | Päästö (1 000 t/a) |
|---|--------------------|
| Aldehydit   | 0,07               |
| Alifaattiset hiilivedyt   | 3                  |
| Alkoholit   | 6                  |
| Aromaattiset hiilivedyt   | 1                  |
| Eetterit  | 0,7                |
| Esterit   | 2                  |
| Hiilivetyseokset  | 5                  |
| Ketonit   | 1                  |
| Muut NMVOC-päästöt v. 1995 ilmoitusten mukaan:  |                    |
| Vinyylikloridi  | 12                 |
| sekä 1,1,1-trikloorietaani, asetoniiriili, etyleenioksidi, halogenoidut hiilivedyt, liuottimet, metyleenikloridi, perkloorietyleeni ja trikloorietyleeni, joiden päästöt yhteensä | 2                  |
| <b>Yhteensä</b>   | <b>33</b>          |

## 8.5 Kirjallisuus

- CORINAIR 1996. Atmospheric emission inventory guidebook. Julk: McInnes, G. (toim.). Joint EMEP/CORINAIR atmospheric emission inventory guidebook, volume 1, 1st edition. European Environment Agency, Copenhagen.
- Energiatilastot 1995. Energia 1996:1. Tilastokeskus, Helsinki.
- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) vähentämisstrategia. 1992. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Muistio 6/1992.

- Ilmastopöpmus. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet - VOC. 1993. Ympäristökatsaus, vol. 4, nro 3, s. 16 - 17.
- Kuntafakta. 1996. Tietokanta, versio 2.1. Tilastokeskus, Helsinki.
- Maakaasuyhdistys. 1996. Maakaasuyhdistyksen vuosikirja 1995. Helsinki.
- Mroueh, U.-M. 1994. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöt vuonna 1993. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. VTT Tiedotteita 1609.
- Mroueh, U.-M. 1997. Suullinen tiedonanto, huhtikuu 1997.
- Myllynen, M. 1995. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöt pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C1995:19.
- Mäkelä, K., Kanner, H. & Laurikko, J. 1996. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. Liisa 95 - laskentajärjestelmä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. VTT Tiedotteita 1772.
- Strategy for volatile organic compounds (VOC). Emissions, effects, control measures. 1991. Swedish Environmental Protection Agency, report 3897.
- Tilastokeskus 1996. Greenhouse gas inventory: Finland 1992 - 1994. An interim report. Julkaisematon.

## 8.6 Käytettyjä lyhenteitä

API, American Petroleum Institute  
 Concaue, The Oil Companies' European Organisation for Environmental and Health Protection  
 EPA, U.S. Environmental Protection Agency  
 SOCMI, Synthetic Organic Chemicals Manufacturing Industry

## 9.1 POP-yhdisteen käsite

Vaikeasti hajoavista orgaanisista saastukkeista käytetään usein päästöjen yhteydessä nimitystä POP-yhdisteet (Persistent Organic Pollutants, POP's). POP-yhdisteiden määrittely vaihtelee eri yhteyksissä jonkin verran. Yhteistä aineille on se, että ne ovat biologisesti huonosti hajoavia ja yleensä varsin haitallisia aineita. Monet POP-yhdisteet ovat niin sanottuja "klassisia ympäristömyrkkyjä". Merkittävä osa haitallisimmista POP-yhdisteistä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden seurauksena, eikä niillä ole varsinaista käyttötarkoitusta. Osa on teollisuuskemikaaleina tai biosideinä käytettäviä aineita. Yleisesti ottaen kyseisten aineiden käytöstä on pyritty luopumaan ja korvaamaan ne haitattomammilla aineilla.

SIPS-projektissa POP-päästöjä arvioidaan seuraavista aineista: heksa- kloorisykloheksaani (HCH), pentakloorifenoli (PCP), heksaklooribentseeni (HCB), tetrakloorimetaani (TCM), trikloorieteeni (TRI), tetrakloorieteeni (PER), triklooribentseeni (TCB), trikloorietaani (TCE), polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), polyklooratut bifenyyliä (PCB) sekä polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit ("dioksiinit" ja "furaanit").

## 9.2 Tietolähteet

Epätäydellisissä palamisreaktioissa syntyvien yhdisteiden ilmapäästöt on pääosin arvioitu käyttäen SIPS-tietojärjestelmässä olevia Suomea koskevia energiantuotannon ja liikenteen intensiteettitietoja.

Päästöjen arviointi perustuu suurelta osin päästökertoimien käyttöön. PAH-, PCB- sekä dioksiini/furaani-emissioiden arvioinnissa käytettyjen päästökertoimien lähteenä on ollut raporttiluonnos Atmospheric Emission Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants (1995).

Joissakin tapauksissa arvioinnin pohjana ovat olleet myös mitatut laskeumatiedot Suomesta sekä erillisselvitykset. Monien raportoitavien aineiden osalta on valmistus- ja tullitietojen perusteella arvioitu aineiden vuosittainen käyttömäärä. Tiedot on saatu Tilastokeskuksen teollisuustilastosta. Aineiden esiintyminen kemiallisissa valmisteissa (seokset) selvitetään kemikaalirekisterin tuoterekisterin (KETURI) avulla.

Polyaromaattisten hiilivetyjen (PAH) päästöarvioissa ovat energiantuotanto ja liikenne ensisijaisia päästölähteitä. Merkitykseltään pienempiä päästölähteitä ovat esimerkiksi puun kyllästys kreosoottijäljellä ja tällaisen puun käyttö.

Polykloorattujen dioksiinien ja dibentsofuraanien (PCDD ja PCDF) sekä PCB-yhdisteiden päästöjen arviointi perustuu päästökertoimien käyttöön. Näitä yhdisteitä muodostuu ns. De Novo -synteesin kautta polttoprosesseissa, jos läsnä on orgaanisia yhdisteitä sekä epäorgaanista klooria. Näiden aineiden osalta erilaiset jätteen poltot, erityisesti kloorattuja orgaanisia yhdisteitä sisältävän materiaalin poltto, tuottaa alhaisessa lämpötilassa poltettaessa suhteellisen paljon kyseessä olevia yhdisteitä.

## 9.3 Tietopohjan heikkoudet

Päästöarvioita heikentää se, että kaikkia toimintoja, joista voi aiheutua päästöjä, ei ole osattu ottaa ollenkaan huomioon tai päästöjen arviointia varten on käytetty kyseisistä toiminnoista kvantitatiivista tietoa vain rajoitetusti.

Erityisenä ongelma-alueena POP-päästöjen arvioinnissa voidaan pitää heikkoja tietoja jätteen pienpolton määrästä ja poltetun jätteen laadusta. Päästölähteinä tällaiset poltot voivat olla kuitenkin hyvin merkittäviä.

Laskennallinen PCB-päästö ilmaan vuonna 1995 on 552 kg. Energiantuotanto ja liikenne tuottavat pieniä määriä PCB-yhdisteitä De Novo -synteesin kautta polttoaineiden joukossa olevan epäorgaanisen kloorin ja polttoaineista peräisin olevien hiilivetyjen yhdistyessä. Päästöarvio on saatu energiantuotannon ja liikenteen intensiteettitiedoista käyttäen päästökertoimia. Laskennalliset tulokset energiantuotannosta ja liikenteestä ovat huomattavan pieniä todellisiin päästöihin verrattuna. Varsinainen päästöarvio (taulukko 11) onkin tehty ensisijaisesti laskeumatietoihin nojautuen. Vain osa laskeumista on kaukokulkeuman seurausta. Laskeumatiedot vuodelta 1995 osoittavat päästöjen olevan ainakin kerta-luokkaa suurempia kuin mitä käytössä olevien intensiteettitietojen perusteella voidaan laskea. Erityisesti vuoden 1995 laskeumatiedot ovat selvästi korkeampia kuin vuosien 1993 ja 1994 tiedot. Todennäköisin syy tähän on se, että PCB:tä sisältävät muuntajat ja kondensaattorit (yli 1 kvar) piti poistaa käytöstä vuoden 1994 loppuun mennessä. Osa käytöstä poistuneesta PCB:stä on ilmeisesti joutunut epäasianmukaiseen käsittelyyn.

Myös päästökertoimien käyttöön liittyy epävarmuuksia. POP-yhdisteiden osalta grammamääräiset päästömäärät/polttoainetonni ovat usein pieniä ja olosuhteista suuresti riippuvaisia. Eri tutkimusten tuottamat päästökertoimet voivat sen vuoksi erota toisistaan varsin paljon.

PAH-yhdisteiden määrittely vaihtelee myös eri yhteyksissä. PAH-yhdisteet ovat suuri aineryhmä ja eri tutkimuksissa määritellyt päästökertoimet käsittävät useinkin vaihtelevan määrän aineita, esimerkiksi 10 tai 15 yhdistettä. Päästöarvioihin suurin vaikutus on sillä, lasketaanko naftaleeni kuuluvaksi PAH-yhdisteisiin vai ei. Naftaleenin osuus PAH-päästöissä on yleensä suurempi kuin muiden yksittäisten polyaromaattien.

Teollisuuskemikaalien päästöjä arvioitaessa tarvitaan tietoa käytössä olevista ainemääristä ja käyttökohteista. Tulliaineistojen käyttö on vaikeutunut tullivalvonnan muututtua ETA/EU-sopimusten myötä. Kemikaalien ainevirtoja selvittäessä joudutaan jatkossa mahdollisesti turvautumaan entistä enemmän valmistajille ja maahantuojoille suunnattuihin kyselyihin. Jos yritykset veloitetaan tulevaisuudessa toimittamaan tuoterekisteriin myös ainemäärätiedot, ainetaseiden selvittely yksinkertaistuu huomattavasti.

## 9.4 Tuloksia

Taulukossa 11 esitetään kokonaissummina PAH-yhdisteiden, PCB-yhdisteiden sekä PCDD/F-yhdisteiden päästöt ilmaan vuonna 1995. Taulukossa 12 esitetään PAH-yhdisteiden hajapäästöjä sektoreittain vuodelta 1995.

Taulukko 11. PAH-, PCB- ja PCDD/F-päästöt ilmaan vuonna 1995.

| PAH (ml. naftaleeni)<br>(tonnia) | PCB<br>(kg) | PCDD/F<br>(I-TEQ grammaa) |
|----------------------------------|-------------|---------------------------|
| 580                              | 15 900      | 155                       |

Taulukko 12. PAH-hajapäästöt ilmaan sektoreittain vuonna 1995.

| Lähde                            | Päästö (kg) | PAH-lukumäärä |
|----------------------------------|-------------|---------------|
| Puun poltto kiinteistöissä       | 109 000     | 15-PAH        |
| Öljyn poltto kiinteistöissä      | 2 000       | 15-PAH        |
| Tieliikenne                      | 70 000      | 10-PAH        |
| Kreosoottikäsitellyn puun käyttö | 4 700       | 10-PAH        |

## 9.5 Kirjallisuus

- Atmospheric emission inventory guidelines for persistent organic pollutants. 1995. Prague. Draft.
- Guidance document concerning estimation of the emission of PAH from diffuse sources. 1996. Statens forureningstilsyn/OSPARCOM. Guidance letter to Osparcom Contracting Parties.
- Holopainen, K. 1993. Polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja dibentsofuraanit: lähteet, käyttäytyminen, myrkyllisyys, hävittäminen ja analytiikka, Vesi- ja ympäristöhallituksen moniste nro 530.
- Kemiallisten tuotteiden turvallisuustietorekisteri (KETURI). ATK-rekisteri, ylläpitäjä sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojeluosasto.
- Korhonen, M., Kiviranta, A. & Ketola, R. 1997. Bulk deposition of PAH's, PCB's and HCH's in Finland in summer seasons 1993 - 1996. Manuscript, Finnish Environment Institute, Impacts Research Division.
- Tilastokeskus. Teollisuustilasto: kotimaan tarjonta 1992 - 1995.

# Rajoitustekniikat ja -kustannukset; pistelähteet

SIPS-tietojärjestelmän rajoitustekniikkatietokantaan on tallennettu tiedot osaprosesseissa käytettävistä savukaasujen puhdistustekniikoista (taulukko 13). Tietolähteenä on käytetty ilmansuojelurekisteriä (ISR). Samassa tietokannassa ovat myös erotinlaitekohtaiset tiedot investointi- ja käyttökustannuksista. Tiedot perustuvat vuonna 1994 tehtyyn kyselyyn erotinlaitteiden investointi- ja käyttökustannuksista. Saatujen vastausten perusteella on laskettu erotinlaitekohtaiset kustannusfunktiot. Näin on voitu määritellä vuosittaiset erotinlaitekohtaiset kustannukset myös niille laitoksille, joista näitä tietoja ei ole ollut saatavilla.

Erotinlaitteiden kustannustietoja kerätään jatkossa joko laatimalla kysely tai käyttämällä hyväksi tehtyjä kotimaisia selvityksiä. Erotinlaitetietokanta yhdistetään päästötietokannan kanssa siten, että ominaiskustannusten laskenta onnistuu. Tässä laskennassa on määritettävä tiedot erotinlaitteiden erotusasteista ja osaprosessin päästöistä ilman erotinlaitetta.

Ilmalupaa hakiessaan lupavelvollinen laitos ilmoittaa erotinlaitteita koskevat tiedot ympäristölupahakemuksen liitelomakkeella. Puhdistinlaitteesta ilmoitetaan valmistaja ja hankintavuosi. Lisäksi liitelomakkeeseen merkitään puhdistuksen energiankulutus (sähkö, lämpö ja höyry). Puhdistimen teknisistä tiedoista ilmoitetaan osaprosessin kaasuvirta ja sen lämpötila. Puhdistinlaitteen huolto-, vara- ja tarkkailujärjestelmästä sekä mahdollisista häiriötilanteista annetaan lyhyt selvitys tai annetaan erillinen liite. Selvitys annetaan myös erotettavan aineen käsittelystä. Puhdistimen erotusaste päästöaineittain merkitään myös lomakkeeseen, samoin takuuarvo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) ja päästö määrä ( $\text{t/a}$ ).

Taulukko 13. SIPS-tietojärjestelmän rajoitustekniikkatietokannan erotinlaitteet vuonna 1995.

|  |  |
|--|--|
| Hiukkasmaisten päästöjen vähennystekniikat | Sykloni/multisykloni<br>Sähkösuodin<br>Pesuri<br>Kuitusuodin<br>Vesiemulsiopoltin<br>Keraaminen suodin   |
| Typenoksidien vähennystekniikat            | Low-Nox-polttimet<br>Savukaasujen takaisinkierätyt<br>Höyry/vesi-injektio<br>SCR<br>Yläilman syöttö (overfire air)<br>Polttoaineen vaiheistus (reburning)<br>Dry-low-Nox<br>SNCR<br>Muu palamisilman vaiheistus tulipesään |
| Rikkidioksidin vähennystekniikat           | Märkämenetelmä<br>Absorbentin syöttö tulipesään<br>Puolikuiva<br>Regeneroitava<br>Kuiva  |
| Savukaasun lauhdutus                       |  |

# Yhteenveto

## ***Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti). Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia***

### **SIPS-tietojärjestelmä**

Suomen ympäristökeskus asetti vuoden 1996 lopulla ilmapäästöjen arviointia varten Suomen ilmapäästöt ja skenaariot -projektin (SIPS), jonka tavoitteena on arvioida maamme ilmapäästöt (happamoittavat yhdisteet, kasvihuonekaasut, raskasmetallit, VOC-yhdisteet, POP-yhdisteet, hiukkaset) kaikista päästölähteistä. Päämääränä on rakentaa ilmapäästötietojen hallintaa varten oma koko valtakunnan ilmapäästöjen tietokanta ja arviointityökalu, jolla täydennetään ilmalupaverevellosten laitosten valvonta- ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamaa tietoa ilmaan kohdistuvista kaasumaisista ja hiukkasmaisista päästöistä.

SIPS-tietojärjestelmään kootaan myös tietoja päästöjen rajoitustekniikoista (olemassa olevat, potentiaaliset, BAT) ja niistä aiheutuvista kustannuksista (to- teutuneet ja potentiaaliset). Näiden tietojen avulla voidaan esittää arvioita pää- störajoitusmahdollisuuksista erilaisilla skenaarioilla, joiden tekeminen on olennai- nen osa päästöarviotyötä ja joiden tulee perustua kansantalouden erilaisiin kehi- tysnäkyymiin. Vaikutustutkimuksessa on tärkeää selvittää myös päästöjen histo- ria.

Hankkeen aikana on käynnistetty päästökertoimien päivitysprojekteja. Näistä maatalouden ammoniakkipäästökertoimien laskenta on saatettu päätökseen. Ras- kasmetallien päästökertoimien päivitystä varten tultaneen aloittamaan hanke yhdessä VTT:n kanssa.

Hankkeen ensimmäisen raportin tavoitteena on 1) esitellä SIPS-tietojärjes- telmää yleisesti, 2) kuvata sen tietolähteitä, 3) tuoda esille nykyisen tietopohjan heikkouksia (muun muassa tutkimuksen suuntaamiseksi), sekä 4) esitellä joita- kin keskeisiä projektin tähänastisia laskentatuloksia.

### **Pistelähteet**

Pistelähteitä koskeva tieto saadaan VAHTI-järjestelmästä. Vuonna 1995 perustie- toja oli noin 1 200 laitoksesta. Järjestelmään on tallennettu polttoaineen kulutus- tietoja 2 100 osaprosessista. Osa VAHTI-järjestelmän päästö- ja polttoainekulu- tustiedoista on käytettävissä sellaisenaan. Joidenkin päästöparametrien suhteen käytetään päästökertoimia. Hiilidioksidipäästöt lasketaan SIPS-järjestelmässä, koska VAHTI-järjestelmän tuottama luku sisältää myös biopolttoaineet.

### **Pien- ja hajapäästöt (aluelähteet)**

Pien- ja hajapäästöjen hallintaan on Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty malli, jolla voidaan käsitellä kuntatason tarkkuudella erilaisia toimintoja, niiden poltto-



aineen kulutusta ja päästöjä. SIPS-tietojärjestelmään sisältyviä pien- ja hajapäästölähteitä ovat pienimittakaavaiset polttoprosessit (pienet lämpölaitokset, asuntojen ja kiinteistöjen erillislämmitys ja ns. pienpoltto), pk-teollisuuden hajapäästöt, maatalouden ja kotitalouksien kulutustuotteiden ja työkoneiden käyttö, kaatopaikat sekä jätevesien ja jätevesilietteiden käsittely.

## Maatalouden päästöt

Kotieläintalouden ammoniakkipäästöjen arvioimiseksi on rakennettu päästömalli, jonka avulla voidaan laskea paitsi valtakunnalliset päästöt, myös kuntakohtaiset päästöt haluttuna ajankohtana. Ajankohdaksi voidaan valita mikä tahansa myös menneisyydessä tai tulevaisuudessa, jos mallin tarvitsemat lähtötiedot ovat olemassa. Malli laskee myös eläintyyppikohtaiset päästökertoimet. Malliin on kytketty päästöjen vähentämiskustannuksia laskeva osa. Väkilannoitteiden osalta päästötiedot perustuvat tarkasteluajalla myytyjen typpiravinteiden määriin, jotka saadaan Kemiran vuosittain julkaisemista myyntitilastoista. Haihtumiseen liittyvää tietoa on kerätty ulkomaisista tutkimuksista. Turkiseläinten päästötiedot perustuvat tarkasteluajan eläinmääriin ja arvioon lannasta haihtuvasta typen määrästä.

Ammoniakin päästömalli on valmistunut vuoden 1997 alussa, joten tämänhetkisten päästömäärien laskeminen on mahdollista ja uudet eläintyyppikohtaiset päästökertoimet ovat valmiina. Samoin valmiina ovat tiedot kuntakohtaisista eläinmääristä seuraavilta vuosilta: 1950, 1959, 1974, 1980, 1986, 1990 ja 1995. Myös valtakunnan-tasoinen maatalouden skenaario (eläinmäärät, lannoitteiden käyttö) vuodelle 2005 on valmis. Ruokinnan ja lannankäsittelyn historian osalta tietojen keruu on valmistunut keväällä 1997. Kuntakohtaisten lannan käsittelyyn liittyvien tietojen saaminen maa- ja metsätalousministeriöstä ja Maaseutukeskusten liitosta toteutunee vuoden 1998 alussa.

Kuntakohtaiset ammoniakkipäästötiedot vuosilta 1950, 1959, 1974, 1980, 1986, 1990 ja 1995 - jotka perustuvat kuntakohtaisiin lannankäsittelytietoihin ja tietoihin lannankäsittelyn muutoksista, kuntakohtaisiin eläinmääriin ja ruokinnassa tapahtuneisiin muutoksiin - ovat näin ollen todennäköisesti valmiina vuoden 1998 alkupuoliskolla. Valtakunnan tason tietoa kyseisten vuosien osalta on saatavilla jo kesällä 1997.

Kotieläintalouden päästötiedot metaanin osalta perustuvat tällä hetkellä Pipatin ym. (1996) päästökertoimiin sekä kunnittaisiin kotieläinten määriin vuodelta 1995. Kyseiset päästökertoimet pitävät sisällään ruuansulatuksesta peräisin olevat metaanipäästöt, mutta eivät lannasta vapautuvaa metaania. Pipatin ym. tutkimuksen pohjalta voidaan alustavasti arvioida myös lannasta peräisin olevan metaanin määrä. Suopeltojen osalta metaanipäästötiedot perustuvat SILMU-ohjelman tietoihin.

Typpioksiduulin päästöt kuvaavat suopelloista ja väkilannoitteista peräisin olevia emissioita, jotka perustuvat SILMU-ohjelman päästötietoihin.

## Luontopäästöt

Tällä hetkellä ovat valmiina arviot soiden ja metsien hiilidioksidipäästöistä (taseista) ja NMVOC-päästöistä sekä soiden, järvien ja metsien typpioksiduuli- ja metaanipäästöistä. Soiden ja metsien osalta tiedot perustuvat SILMU-ohjelman kokonaispäästöarvioihin. Järvistä peräisin olevat päästöt on laskettu CORINAIR-inventaarin päästökertoimien avulla. Päästötiedot kaikkien päästölähteiden osalta valmistuvat vuoden 1997 loppuun mennessä.

## Liikennepäästöt

Tieliikenteen pakokaasupäästöt saadaan VTT Yhdyskuntatekniikassa kehitetystä laskentajärjestelmästä (LIISA95). Järjestelmä tulostaa päästömäärät tonneina kunnittain, lääneittäin ja koko Suomen alueelta. Päästökomponentit, joita ei saada LIISasta, on laskettu arvioimalla bensiinin ja dieselpolttoaineiden kulutukset kunnittain. Näiden tietojen perusteella on laskettu liikenteen POP-päästöt.

Rautatie-, vesi- ja ilmaliiikenteen päästöjen samoin kuin maa- ja metsätalouden, teollisuuden sekä kotitalouksien liikkuvien koneiden ja laitteiden päästöjen suhteen on pitäydytty Tilastokeskuksen tekemiin arvioihin. Muiden liikkuvien lähteiden päästöt on sitten jaettu kunnittain polttonesteiden kulutusmäärien ja suoritemäärien perusteella.

VTT Yhdyskuntatekniikka on luomassa liikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmää (LIPASTO), johon sisältyvät ilmaliiikenteen, vesiliikenteen, rautatieliikenteen ja maantieliikenteen (LIISA) mallit. Vuoden 1997 lopussa mallilla saadaan lasketuksi vuoden 1996 tiedot, joita voidaan hyödyntää SIPS-projektissa.

## Kasvihuonekaasupäästöt

SIPS-järjestelmän tulee kyetä tuottamaan kasvihuonekaasuinventaarit ainakin nykyisissä IPCC- ja CORINAIR-muodoissa. Kyseisten inventaarioiden ohjeistuksissa tapahtuvien muutosten ja meneillään olevan harmonisointityön sekä joidenkin kotimaisten päästölähteiden luokittelutyön keskeneräisyyden vuoksi SIPS-järjestelmän kasvihuonekaasulaskenta ja tulosten esitystapa ei toistaiseksi ole yhtenevä kummankaan kanssa.

Kasvihuonekaasulaskennan lähtötietojen keruu perustuu halogeeniyhdisteitä lukuunottamatta SIPS-järjestelmän muiden osaprojektien päästötietojen keruuseen. Laskenta ei kuitenkaan käytä muiden osaprojektien valmiita tuloksia vaan suoraan rekistereistä ja malleista saatua tietoa. Näin vältetään järjestelmän muissa vaiheissa mahdollisesti esiintyviltä virheiltiltä ja voidaan nopeuttaa kasvihuonekaasuinventaarioiden päivityksiä. Suoria pistelähteiden päästötietoja käytetään vain typen oksidien ja rikkidioksidin osalta. Muut päästöarvot ovat laskennallisia perustuen polttoaineiden käyttöön ja päästökerrointietoihin. Maatalouden päästöille on SIPS-järjestelmässä oma mallinsa ja luontopäästöarviot ovat peräisin lähinnä SILMU-ohjelmasta. Järvien typpioksiduulipäästöt on laskettu pinta-alatietojen ja CORINAIR-päästökertoimien avulla. Halogeeniyhdisteiden päästötiedot perustuvat aineiden tuotanto- ja käyttömääriin.

Kaikki tarpeellinen luokiteltu tieto on tallennettu SIPS-tietokantaan. Tiedonkeruun avaimena tietokannasta tulee olemaan CORINAIR-inventaarion mukainen SNAP-luokitus, jonka avulla eri kasvihuonekaasupäästöt voidaan summata yhteenvetotaulukkoonsa ja raportoida halutussa muodossa.

Pistelähteiden (lähinnä energian tuotanto) päästötiedot ovat suhteellisen luotettavia. Päästötietojen epävarmuus kasvaa siirryttäessä pienempiin ja hajanaisempiin päästölähteisiin. Oman lukunsa muodostavat luontopäästöt ja nielut, joiden osalta ainoastaan metsien hiilitaseet ovat suhteellisen luotettavalla pohjalla. Soiden ja varsinkin vesistöjen osalta tiedot ovat epävarmoja, mutta niitä tullaan tarkentamaan meneillään olevien projektien tulosten avulla.

Päästöjen kehitysennusteiden tekemiseen ei toistaiseksi ole kunnollisia valmiuksia. SIPS-järjestelmässä skenariointi tulee hyvin pitkälle perustumaan kasvihuonekaasupäästöjen valtalähteiden toimialakohtaisten kehitysennusteiden seurantaan ja niistä saatavien tulosten hyödyntämiseen järjestelmän lähtötietoina.

## VOC-päästöt

ECE:n haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) vähentämistä koskevassa pöytäkirjassa, jonka Suomi allekirjoitti vuonna 1991, määritellään VOC-yhdisteiksi kaikki orgaaniset yhdisteet, jotka voivat tuottaa valokemiallisia oksidantteja reagoiessaan typen oksidien kanssa auringon valon läsnäollessa. Non-methane-VOC-yhdisteillä (NMVOC) tarkoitetaan muita VOC-yhdisteitä kuin metaania.

SIPS-projektissa on arvioitu antropogeenisten NMVOC-päästöjen määrä vuonna 1995 sekä päästöjen kehitystä. NMVOC-päästöskenaariot tehdään vuoden 1997 aikana ja julkaistaan Suomen ympäristö -sarjassa. Syksyn 1997 aikana selvitetään Suomessa toteutetut NMVOC-päästöjen rajoitustekniikat sekä kootaan yleistietoa vähentämistekniikoista kustannuksineen.

## POP-päästöt

Vaikeasti hajoavista orgaanisista saastukkeista käytetään usein päästöjen yhteydessä nimitystä POP-yhdisteet (Persistent Organic Pollutants, POP's). POP-yhdisteiden määrittely vaihtelee eri yhteyksissä jonkin verran. Yhteistä aineille on se, että ne ovat biologisesti huonosti hajoavia ja yleensä varsin haitallisia aineita. Monet POP-yhdisteet ovat niin sanottuja "klassisia ympäristömyrkköjä". Merkittävä osa haitallisimmista POP-yhdisteistä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden seurauksena, eikä niillä ole varsinaista käyttötarkoitusta. Osa on teollisuuskemikaaleina tai biosideinä käytettäviä aineita. Yleisesti ottaen kyseisten aineiden käytöstä on pyritty luopumaan ja korvaamaan ne haitattomammilla aineilla.

Päästöjen arviointi perustuu suurelta osin päästökertoimien käyttöön. PAH-, PCB- sekä dioksiini/furaaniemissioiden arvioinnissa käytettyjen päästökertoimien lähteenä on ollut raporttiluonnos Atmospheric Emission Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants vuodelta 1995.

Päästöarvioita heikentää se, että kaikkia toimintoja, joista voi aiheutua päästöjä, ei ole osattu ottaa ollenkaan huomioon tai päästöjen arviointia varten on käytettävissä kyseisistä toiminnoista kvantitatiivista tietoa vain rajoitetusti. Erityisenä ongelma-alueena POP-päästöjen arvioinnissa voidaan pitää heikkoja tietoja jätteen pienpolton määristä ja poltetun jätteen laadusta. Päästölähteinä tällaiset poltot voivat olla kuitenkin hyvin merkittäviä.

## Rajoitustekniikat ja -kustannukset; pistelähteet

Laitosten osaprosessit erotinlaitetietoineen on tallennettu SIPS-järjestelmässä omaan tietokantaansa. Samassa tietokannassa ovat myös erotinlaitekohtaiset tiedot investointi- ja käyttökustannuksista. Tiedot perustuvat vuonna 1994 tehtyyn kyselyyn erotinlaitteiden investointi- ja käyttökustannuksista. Saatujen vastausten perusteella on laskettu erotinlaitekohtaiset kustannusfunktiot. Näin on voitu määritellä vuosittaiset erotinlaitekohtaiset kustannukset myös niille laitoksille, joista näitä tietoja ei ole ollut saatavilla.

## Yhteenveto tähänastisista tuloksista

Taulukossa A esitetään alustava yhteenveto maamme happamoittavien yhdisteiden, kasvihuonekaasujen, raskasmetallien (Pb, Cd, Hg) ja POP-yhdisteiden (dioksiinit ja furaanit, PCB, PAH) päästöistä ilmaan vuonna 1995.

Taulukko A. Yhteenveto Suomen happamoittavien yhdisteiden, kasvihuonekaasujen, raskasmetallien (Pb, Cd, Hg) ja POP-yhdisteiden (PCDD/F, PCB, PAH) päästöistä ilmaan vuonna 1995.

| Päästölähteet                         | Päästöt (1 000 t/a) |                 |                  |                 |                    |                   |                      |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                                       | SO <sub>2</sub>     | NO <sub>x</sub> | NMVOC            | CH <sub>4</sub> | NH <sub>3</sub>    | CO                | CO <sub>2</sub>      | N <sub>2</sub> O | Pb <sup>1)</sup> | Cd <sup>1)</sup> | Hg <sup>1)</sup> | PCDD/F <sup>2)</sup> | PCB <sup>1)</sup> | PAH <sup>1)</sup> |
| Polttoaineperäiset                    | 97                  | 260             | 120              | 21              |                    | 430               | 56 100               | 6                | 67               | 2,5              | 1,6              | 155                  | 0,55              | 580               |
| Pistelähteet                          | 76                  | 77              |                  | 6,5             |                    | 43                | 37 500               | 4                | 60               | 2,3              | 1,6              | 29                   | 0,200             | 370               |
| Pienet lämpölaitokset                 | 1                   | 0,2             | 1                | 0,2             |                    | 2                 | 63                   | 0,004            | 0,064            | 0,003            | 0,002            | 1                    | 0,004             | 2,1               |
| Asunnot ja kiinteistöt                | 11                  | 19              | 21               | 9,1             |                    | 61                | 5 900                | 0,5              | 5,82             | 0,14             | 0,01             | 29                   | 0,169             | 111               |
| Liikenne ja muut<br>liikkuvat lähteet | 4                   | 139             | 81               | 2,6             |                    | 305 <sup>3)</sup> | 10 400 <sup>3)</sup> | 0,9              |                  |                  |                  | 90                   | 0,138             | 70                |
| Maa- ja metsätalous                   | 5                   | 24              | 13               | 2,2             |                    | 24                | 2 200                | 0,6              | 1,36             | 0,033            | 0,003            | 6                    | 0,039             | 32                |
| Muut ihmisperäiset                    |                     |                 | 69               | 230             | 34                 |                   | 5 200                | 11               |                  |                  |                  |                      | 15,3              |                   |
| Maatalous, muu<br>kuin polttoaineet   |                     |                 |                  | 71              | 34                 |                   | 5 000                | 8                |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Teollisuusprosessit                   |                     |                 |                  |                 | 0,23 <sup>4)</sup> |                   |                      | 3                |                  |                  |                  |                      | 15,33             |                   |
| Polttoaineiden jakelu                 |                     |                 | 8                | 0,4             |                    |                   |                      |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Liuottimien käyttö                    |                     |                 | 59 <sup>5)</sup> |                 |                    |                   |                      |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Kaatopaikat                           |                     |                 |                  | 140             |                    |                   | 30                   |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Jätevesien ja lietteiden<br>käsittely |                     |                 | 2                | 20              |                    |                   | 170                  |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Luontoperäiset <sup>6)</sup>          |                     |                 | 650              | 920             |                    |                   | >0                   | 10               |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Nielut <sup>6)</sup>                  |                     |                 |                  | -30             |                    |                   | -39 000              |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Yhteensä                              | 97                  | 260             | 840              | 1 100           | 34                 | 430               | 22 300               | 27               | 67               | 2,5              | 1,6              | 155                  | 15,9              | 580               |

<sup>1)</sup> Yksikkönä t/a, <sup>2)</sup> Yksikkönä g/a (I-TEQ), <sup>3)</sup> Vain tieliikenteen päästöt, <sup>4)</sup> Pistelähteiden päästöt, <sup>5)</sup> Sisältää pistelähteiden päästöt (33 000 t/a),

<sup>6)</sup> Ks. varaukset taulukossa 4.

## Summary

.....

### ***Finland's air emissions and their scenarios. First report of the SIPS Project***

The Finnish Environment Institute established in 1996 a project, SIPS, with a mandate to assess Finland's air emissions (acidifying compounds, greenhouse gases, heavy metals, VOC's, POP's, particulate matter) from all emission sources (Fig. A). The aim of the SIPS Project is to construct a national air emission data base which is complementary to the regionally-based control and environmental pressure data base (VAHTI).

The SIPS information system will include data on emission control techniques (existing, potential, BAT) and their costs (present, potential) as well. This is the basis for the assessment of emission control options with different scenarios which will be a crucial part of emission assessment and which will be based on different scenarios of the development of the Finnish national economy.

A few subprojects have been launched in SIPS in order to update emission factors. New emission factors for ammonia from agriculture have been calculated, and a subproject, together with the State Technical Research Centre VTT, to update the emission factors for heavy metals will probably be started.

In the first report of the SIPS Project, 1) the SIPS information system is described generally; 2) data sources used are introduced; 3) an analysis is made on the weaknesses of the present data sources (e.g. in order to focus R&D on these items); 4) some key results achieved so far are introduced.

A critical analysis is made in the report on the following emissions and their sources:

- stationary sources
- non-point sources
- agriculture
- natural sources
- traffic
- greenhouse gases
- volatile organic compounds (VOC's)
- persistent organic pollutants (POP's)

In Table A, a tentative summary of the emissions into air of Finland's acidifying compounds, greenhouse gases, heavy metals (Pb, Cd, Hg) and persistent organic pollutants, POP's (PCDD/F, PCB, PAH), in 1995 is given.

Table A. Summary of the emissions into air of Finland's acidifying compounds, greenhouse gases, heavy metals (Pb, Cd, Hg) and persistent organic pollutants, POP's (PCDD/F, PCB, PAH), in 1995.

| Emission sources                   | Emissions (1 000 t/a) |                 |                  |                    |                 |                   |                      |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                                    | SO <sub>2</sub>       | NO <sub>x</sub> | NM VOC           | CH <sub>4</sub>    | NH <sub>3</sub> | CO                | CO <sub>2</sub>      | N <sub>2</sub> O | Pb <sup>1)</sup> | Cd <sup>1)</sup> | Hg <sup>1)</sup> | PCDD/F <sup>2)</sup> | PCB <sup>1)</sup> | PAH <sup>1)</sup> |
| Combustion-based                   | 97                    | 260             | 120              | 21                 |                 | 430               | 56,100               | 6                | 67               | 2.5              | 1.6              | 155                  | 0.55              | 580               |
| Stationary sources                 | 76                    | 77              |                  | 6.5                |                 | 43                | 37,500               | 4                | 60               | 2.3              | 1.6              | 29                   | 0.200             | 370               |
| Small combustion plants            | 1                     | 0.2             | 1                | 0.2                |                 | 2                 | 63                   | 0.004            | 0.06             | 0.003            | 0.002            | 1                    | 0.004             | 2.1               |
| Residential                        | 11                    | 19              | 21               | 9.1                |                 | 61                | 5,900                | 0.5              | 5.82             | 0.14             | 0.01             | 29                   | 0.169             | 111               |
| Traffic and other mobile sources   | 4                     | 139             | 81               | 2.6                |                 | 305 <sup>3)</sup> | 10,400 <sup>3)</sup> | 0.9              |                  |                  |                  | 90                   | 0.138             | 70                |
| Agriculture and forestry           | 5                     | 24              | 13               | 2.2                |                 | 24                | 2,200                | 0.6              | 1.36             | 0.033            | 0.003            | 6                    | 0.039             | 32                |
| Other anthropogenic                |                       |                 | 69               | 230                | 34              |                   | 5,200                | 11               |                  |                  |                  |                      | 15.3              |                   |
| Agriculture, other than combustion |                       |                 |                  | 71                 | 34              |                   | 5,000                | 8                |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Industrial processes               |                       |                 |                  | 0.23 <sup>4)</sup> |                 |                   |                      | 3                |                  |                  |                  |                      | 15.33             |                   |
| Fuels delivery                     |                       |                 | 8                | 0.4                |                 |                   |                      |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Solvent use                        |                       |                 | 59 <sup>5)</sup> |                    |                 |                   |                      |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Landfills                          |                       |                 |                  | 140                |                 |                   | 30                   |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Wastewater and sludge treatment    |                       |                 | 2                | 20                 |                 |                   | 170                  |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Nature                             |                       |                 | 650              | 920                |                 |                   | > 0                  | 10               |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| Sinks                              |                       |                 |                  | -30                |                 |                   | -39,000              |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                   |
| In all                             | 97                    | 260             | 840              | 1,100              | 34              | 430               | 22,300               | 27               | 67               | 2.5              | 1.6              | 155                  | 15.9              | 580               |

<sup>1)</sup> Unit t/a, <sup>2)</sup> Unit g/a (I-TEQ), <sup>3)</sup> Road traffic only, <sup>4)</sup> Emissions from stationary sources, <sup>5)</sup> Includes the emissions from stationary sources (33,000 t/a)

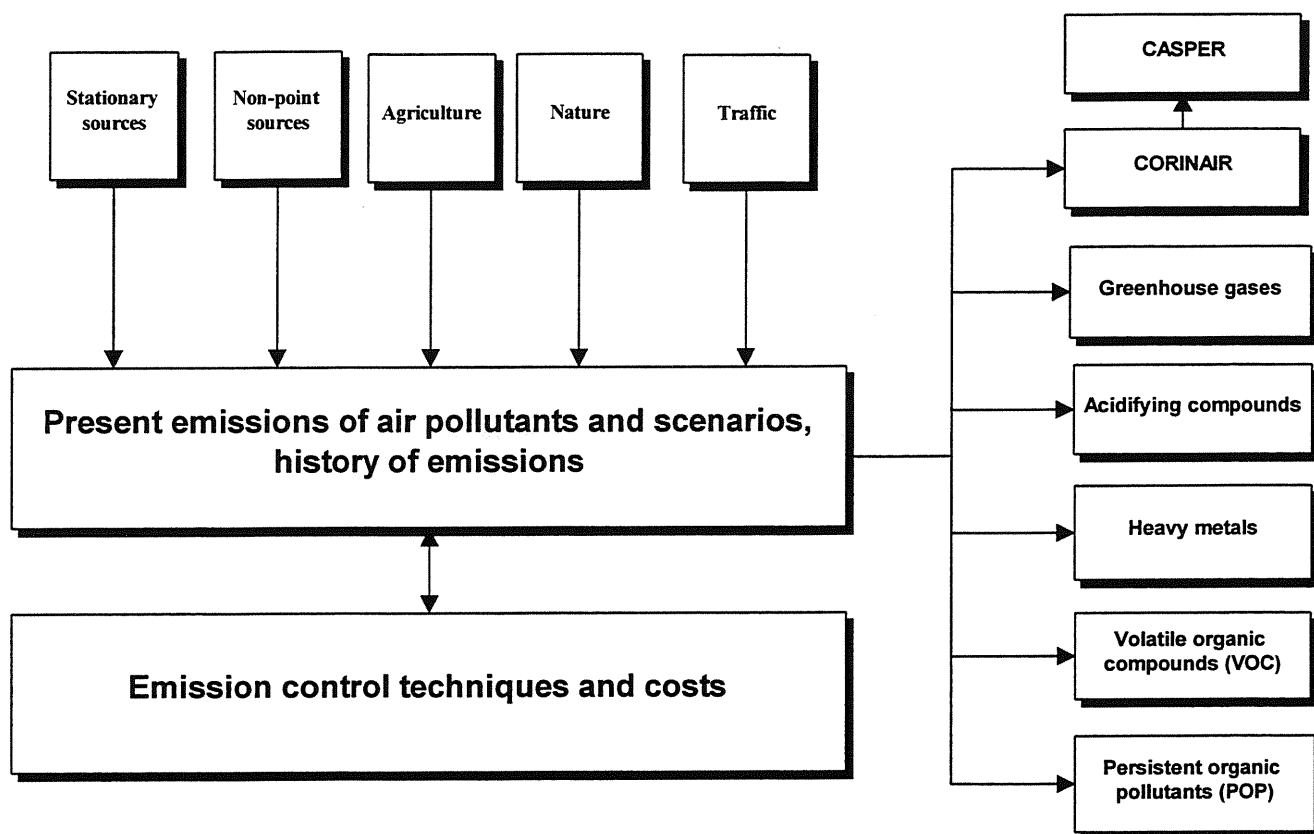


Figure A. Finland's air emissions and their scenarios: SIPS Information System. (CASPER is a scenario tool that makes use of CORINAIR's data bases.)

# Kuvailulehti

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
| Julkaisija   | Suomen ympäristökeskus   | Julkaisuaika<br>Kesäkuu 1997 |
| Tekijä(t)  | Matti Melanen ja Marko Ekqvist (toim.)   |                              |
| Julkaisun nimi   | Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti).<br>Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia   |                              |
| Julkaisun osat/<br>muut saman projektin<br>tuottamat julkaisut |  |                              |
| Tiivistelmä  | <p>Suomen ympäristökeskus asetti vuoden 1996 lopulla ilmapäästöjen arviointia varten Suomen ilmapäästöt ja skenaariot -projektin (SIPS), jonka tavoitteena on arvioida maamme ilmapäästöt (happamoittavat yhdisteet, kasvihuonekaasut, raskasmetallit, VOC-yhdisteet, POP-yhdisteet, hiukkaset) kaikista päästölähteistä. Päämääränä on rakentaa ilmapäästötietojen hallintaa varten oma koko valtakunnan ilmapäästöjen tietokanta ja arviointityökalu, jolla täydennetään ilmalupapalvelusten laitosten VAHTI-järjestelmän (valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä) tuottamaa tietoa ilmaan kohdistuvista kaasumaisista ja hiukkasmaisista päästöistä. SYKE:ssä on jo lakisääteisesti tiedot vuosittaisista laitospäästöistä. Niihin perustuen SYKellä on rooli virallisten valtakunnallisten päästötietojen tuottajana.</p> <p>SIPS-tietojärjestelmään kootaan myös tietoja päästöjen rajoitustekniikoista (olemassa olevat, potentiaaliset, BAT) ja niistä aiheutuvista kustannuksista (toteutuneet ja potentiaaliset). Näiden tietojen avulla voidaan esittää arvioita päästöarvioitumahdollisuuksista erilaisilla skenaarioilla, joiden tekeminen on olennainen osa päästöarviotyötä ja joiden tulee perustua kansantalouden erilaisiin kehitysnäkymiin. Vaikutustutkimuksessa on tärkeää selvittää myös päästöjen historia.</p> <p>Hankkeen aikana on käynnistetty päästökertoimien päivitysprojekteja. Näistä maatalouden ammoniakkipäästökertoimien laskenta on saatettu päätökseen. Raskasmetallien päästökertoimien päivitystä varten tultaneen aloittamaan hanke yhdessä VTT:n kanssa.</p> <p>Hankkeen ensimmäisen raportin tavoitteena on 1) esitellä SIPS-tietojärjestelmää yleisesti, 2) kuvata sen tietolähteitä, 3) tuoda esille nykyisen tietopohjan heikkouksia (muun muassa tutkimuksen suuntaamiseksi), sekä 4) esitellä joitakin keskeisiä projektin tähänastisia laskentatuloksia.</p> |                              |
| Asiasanat  | Päästöt, ilmakehä, ilman pilaantuminen, kasvihuoneilmiö  |                              |
| Julkaisusarjan nimi<br>ja numero                               | Suomen ympäristö 131   |                              |
| Julkaisun teema  | Ympäristönsuojelu  |                              |
| Projektihankkeen nimi<br>ja projektin numero                   |  |                              |
| Rahoittaja/<br>toimeksiantaja                                  | Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö  |                              |
| Projektiryhmään<br>kuuluvat organisaatiot                      |  |                              |
|  | ISSN<br>1238-7312  | ISBN<br>952-11-0594-1        |
|  | Sivu<br>48   | Kieli<br>Suomi               |
|  | Luottamuksellisuus<br>Julkinen   | Hinta<br>52 mk               |
| Julkaisun myynti/<br>jakaja                                    | Suomen ympäristökeskus, asiakaspalvelu puh. (09) 4030 0100, telefax (09) 4030 0190 ja<br>Oy Edita Ab, julkaisumyynti puh. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380   |                              |
| Julkaisun kustantaja   | Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki   |                              |
| Painopaikka ja -aika   | Oy Edita Ab, Helsinki 1997   |                              |



# Presentationssblad

|  |   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
|--|---|--------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------|---------------------------|---------------|
| Utgivare   | Finlands miljöcentral   | Datum<br>Juni 1997 |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Författare   | Matti Melanen och Marko Ekqvist (redaktör)  |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Publikationens titel   | Finlands utsläpp i luft och deras scenarier (SIPS-projekt). Grund av datasystemet och preliminära resultat  |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Publikationens delar/<br>andra publikationer<br>inom samma projekt |   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Sammandrag   | <p>Finlands miljöcentral tillsatt i slutet av året 1996 projektet Finlands utsläpp i luft och deras scenarier (SIPS) vars mål är att evaluera utsläpp i luft (försurande föreningar, växthusgaser, tungmetaller, VOC-föreningar, POP-föreningar, partiklar) från alla utsläppskällor i Finland. Andamålet är att bygga upp en egen databas och evalueringsredskap för hela rikets utsläpp i luft. Härmed kompletteras VAHTI-datasystemets (ett övervaknings- och belastningssystem) uppgifter om luftlovspliktiga inrättningsgas- och partikelformiga utsläpp i luft. Finlands miljöcentral har redan på lagstadgat sätt fått uppgifter om utsläpp från dessa inrättningar. Detta står som grund för Finlands miljöcentrals roll som producent av riksomfattande uppgifter om utsläpp.</p> <p>SIPS-datasystemet skall också innehålla uppgifter om begränsningsmetoder av utsläpp (existerande, potentiella, BAT) och om kostnader som förorsakas av dessa (förverkligade och potentiella). Med hjälp av dessa uppgifter och olika scenarier kan man presentera värderingar om begränsningsmöjligheter av utsläpp. Scenarierna är en väsentlig del av utsläppsevalueringsarbetet och bör grundas på olika utvecklingsutsikter av nationalekonomin. I forskningen om verkningarna är det viktigt att utreda också utsläppens historia.</p> <p>Under detta projekt har det inletts ett uppdateringsprojekt för utsläppskoefficienter. Kalkylering av lantbrukets ammoniakutsläppskoefficienter är färdig. För att uppdatera tungmetallers utsläppskoefficienter skall ett projekt inledas med Statens tekniska forskningscentral (VTT).</p> <p>Denna första rapport har i syfte att 1) presentera SIPS-datasystem i allmänhet, 2) beskriva dess uppgiftskällor, 3) framställa den nuvarande datagrundens svagheter (bl.a. för att inrikta forskning), samt att 4) presentera några centrala kalkyleringsresultat.</p> |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Nyckelord  | Utsläpp, atmosfär, förorening av luft, växthusfenomen   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Publikationsserie<br>och nummer                                    | Miljön i Finland 131  |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Publikationens tema  | Miljövård   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Projektets namn och<br>nummer                                      |   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Finansiär/<br>uppdragsgivare                                       | Finlands miljöcentral, Miljöministeriet   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Organisationer<br>i projektgruppen                                 | <table><tr><td>ISSN<br/>1238-7312</td><td>ISBN<br/>952-11-0594-1</td></tr><tr><td>Sidantal<br/>48</td><td>Språk<br/>Finska</td></tr><tr><td>Offentlighet<br/>Offentlig</td><td>Pris<br/>52 mk</td></tr></table>   |                    | ISSN<br>1238-7312 | ISBN<br>952-11-0594-1 | Sidantal<br>48 | Språk<br>Finska | Offentlighet<br>Offentlig | Pris<br>52 mk |
| ISSN<br>1238-7312  | ISBN<br>952-11-0594-1   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Sidantal<br>48   | Språk<br>Finska   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Offentlighet<br>Offentlig  | Pris<br>52 mk   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Beställningar/<br>distribution                                     | Finlands miljöcentral, kundservice tel (09) 4030 0100, telefax (09) 4030 0190<br>och<br>Edita Ab, tel (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380  |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Förläggare   | Finlands miljöcentral, PO Box 140, FIN-00251 Helsingfors, FINLAND   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |
| Tryckeri/<br>tryckningsort och -år                                 | Oy Edita Ab, Helsingfors 1997   |                    |                   |                       |                |                 |                           |               |

# Documentation page

|  |   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
|--|---|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| Publisher  | The Finnish Environment Institute   | Date<br>June 1997 |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Author(s)  | Matti Melanen and Marko Ekqvist (Editors)   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Title of publication                                   | Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti). Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia (Summary: Finland's air emissions and their scenarios. First report of the SIPS Project)  |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Parts of publication/<br>other project<br>publications |   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Abstract   | <p>The Finnish Environment Institute established in 1996 a project, SIPS, with a mandate to assess Finland's air emissions (acidifying compounds, greenhouse gases, heavy metals, VOC's , POP's, particulate matter) from all emission sources. The aim of the SIPS Project is to construct a national air emission data base which is complementary to the regionally-based control and environmental pressure data base (VAHTI).</p> <p>The SIPS information system will include data on emission control techniques (existing, potential, BAT) and their costs (present, potential) as well. This is the basis for the assessment of emission control options with different scenarios which will be a crucial part of emission assessment and which will be based on different scenarios of the development of the Finnish national economy. A few subprojects have been launched in SIPS in order to update emission factors. New emission factors for ammonia from agriculture have been calculated, and a subproject, together with the State Technical Research Centre VTT, to update the emission factors for heavy metals will probably be started.</p> <p>In the first report of the SIPS Project, 1) the SIPS information system is described generally; 2) data sources used are introduced; 3) an analysis is made on the weaknesses of the present data sources (e.g. in order to focus R&amp;D on these items); 4) some key results achieved so far are introduced.</p> |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Keywords   | Emissions, artmosphere, air pollution, greenhouse effect  |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Publication series<br>and number                       | The Finnish Environment 131   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Theme of publication                                   | Environmental Protection  |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Project name and<br>number, if any                     |   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Financier/<br>commissioner                             | Finnish Environment Institute, Ministry of the Environment  |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Project organization                                   | <table><tr><td>ISSN<br/>1238-7312</td><td>ISBN<br/>952-11-0594-1</td></tr><tr><td>No. of page<br/>48</td><td>Language<br/>Finnish</td></tr><tr><td>Restrictions<br/>Public</td><td>Price<br/>52 FIM</td></tr></table>   |                   | ISSN<br>1238-7312 | ISBN<br>952-11-0594-1 | No. of page<br>48 | Language<br>Finnish | Restrictions<br>Public | Price<br>52 FIM |
| ISSN<br>1238-7312                                      | ISBN<br>952-11-0594-1   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| No. of page<br>48                                      | Language<br>Finnish   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Restrictions<br>Public                                 | Price<br>52 FIM   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| For sale at/<br>distributor                            | Finnish Environment Institute, customer service tel. +358 9 4030 0100, telefax +358 9 4030 0190 and<br>Edita Ltd, (tel.) +358 9 566 0266, telefax +358 9 566 0380   |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Financier<br>of publication                            | Finnish Environment Institute<br>P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland  |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |
| Printing place and year                                | Edita Ltd, Helsinki 1997  |                   |                   |                       |                   |                     |                        |                 |

# SUOMEN YMPÄRISTÖ

1. Järvinen, Mika: Ympäristöystävä vai vapaamatkustaja? Suomen ympäristökeskus.
2. Saukkonen, Sari & Kenttämies, Kaarle (toim.): Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristökeskus.
3. Kosola, Marjaleena; Miettinen, Pauli & Laikari, Hannu: Ympäristötalous - ajankohtaisia tutkimus- ja kehittämistehtäviä. Suomen ympäristökeskus.
4. Riihimäki, Juha; Yrjänä, Timo & van der Meer, Olli: Lyhytaikaissäädön elinympäristövaikutusten arviointimenetelmät. Suomen ympäristökeskus.
5. Blomster, Jaana: Ravinnekuormituksen vaikutus rantavyöhykkeen leväyhteisöihin ja vaikutusten arvioinnissa käytetyt menetelmät. Suomen ympäristökeskus.
6. Soveri, Jouko & Peltonen Kimmo: Lumen ainepitoisuudet ja talviaikainen laskeuma Suomessa vuosina 1976 –1993. Suomen ympäristökeskus.
7. Britschgi, Ritva: Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen. Suomen ympäristökeskus.
8. Holmberg, Maria; Hutka, Veijo; Laitinen, Timo; Maunula, Markku & Schultz, Titta: Happamien sulfaattimaiden ionivirtausten mallintaminen. Suomen ympäristökeskus.
9. Hagan, Harri : Lähiökorjaamisen arkkitehtoniset vaikutukset. Ympäristöministeriö.
10. Kylä-Setälä, Annamajja & Assmuth, Timo: Suomen maaperän tila, kuormitus ja suojelu. Suomen ympäristökeskus.
11. Hyvärinen, Pekka; Vehanen, Teppo; Tigonov, Sergei; Mäki-Petäys, Aki & Konttinen, Erja: Kalojen vaellus Inarijärvestä Paatsjokeen. Suomen ympäristökeskus.
12. Palveluasumistyöryhmä: Palveluasumistyöryhmän muistio. Ympäristöministeriö.
13. Lepistö, Liisa & Pietiläinen, Olli-Pekka: Kasviplanktonin määrän ja koostumuksen muutokset Lokassa, Porttipahdassa ja Kemijärvessä. Suomen ympäristökeskus.
14. Kaukoniemi, Tapani & Tikkanen, Hannu: Kulttuurimaiseman kasvot, Nivalan Kotila. Ympäristöministeriö.
15. Korhonen, Pekka & Virtanen, Markku: Elohopean kertymisen kuvaaminen matemaattisella mallilla. Suomen ympäristökeskus.
16. Virkkala, Raimo: Metsien suojelualueverkon rakenne ja tarpeet – ekologinen lähestymistapa. Suomen ympäristökeskus.
17. Tana, Jukka & Lehtinen, Karl-Johan: The aquatic environmental impact of pulping and bleaching operations – an overview. Suomen ympäristökeskus.
18. Nippala, Eero & Jaakkonen, Liisa: Asuinkerrostalojen kuntoarviot. Ympäristöministeriö.
19. Karjalainen, Heli; Seppälä, Satu & Walls, Mari: Ammoniumtyypen merkitys kasviplanktonituotantoa säätelevänä tekijänä – esimerkkinä Kallavesi. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
20. Lepistö, Liisa; Cronberg, Gertrud & Tikkanen, Toini: Records of some algal species, Nordic Phytoplankton Workshop 7–10.6.1994. Suomen ympäristökeskus.
21. Pesonen, Reijo: Vuorovaikutteista suunnittelua Jyväskylän Kekkolassa. Ympäristöministeriö.
22. Rouhiainen, Hanna: Rakentamisen ja kiinteistönmuodostuksen ohjaaminen haja-asutusalueilla. Ympäristöministeriö.
23. Heikkilä, Mikko; Karppinen, Seppo & Santasalo, Tuomas: Suomalaisia kävelykeskuksia. Ympäristöministeriö.
24. Kiviranta, Samuel, Summala, Mika & Hänninen Pekka: Työpaikka-alueiden käytön tehostaminen. Yhteenvetoraportti. Ympäristöministeriö.
25. Marttinen, Kari: Hallintosopimukset ympäristöpolitiikan ohjauskeinona. Ympäristöministeriö.
26. Hammar, Taina; Huovila, Juhani; Lahti, Erkki; Manninen, Pertti; Oksman, Heikki; Punju, Pirjo & Taipalinen, Irmeli: Pyydyksiä limoittavan *Hyalothea dissiliens* -koristelevän runsastumisesta ja ja sen syistä. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
27. 5th Annual Report 1996, International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems, UN ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Suomen ympäristökeskus.
28. Sojakka, Pekka: Perifytonmenetelmien käyttökelpoisuus kalankasvatuksen vesistövaikutusten arvioinnissa. Etelä-Savon ympäristökeskus.
29. Kuusamotyöryhmä: Kuusamon yhteismetsän vanhojen metsien luonnonarvojen säilyttäminen ja yhteismetsän toiminnan turvaaminen. Ympäristöministeriö.
30. Vanhojen metsien suojelutyöryhmä: Vanhojen metsien suojelu Pohjois-Suomessa – Vanhojen metsien suojelutyöryhmän osamietintö III. Ympäristöministeriö.
31. Pirinen, Auli; Salminen, Markku; Speeti, Tero: Asuinkerrostalon huoltokirja esimerkkikohteeseen. Ympäristöministeriö.
32. Pirinen, Auli; Salminen, Markku; Speeti, Tero: Asuintalon huoltokirjan laadinta. Ympäristöministeriö.
33. Mukherjee, Arun B: The use and release of silver in Finland. Suomen ympäristökeskus.
34. Laine, Anne; Sutela, Tapio; Heikkinen, Kaisa; Karvonen, Keijo; Huhta, Arto; Muotka, Timo & Lappalainen, Antti: Turvetuotannon vaikutukset koskikaloihin ja niiden elinympäristöön. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
35. Savolainen, Mirja; Kaasinen, Aulis; Heikkinen, Kaisa; Ihme, Raimo; Kämä, Tarmo & Alasaarela, Erkki: Turvetuotannon vesiensuojeluvaihtoehtojen tapauskohtainen vertailu. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
36. Alanen, Jouni & Saastamoinen, Salla: Euroopan Unioniin tuotavat rakennustuotteet, vaatimusten mukaisuuden osoittaminen. Ympäristöministeriö.

37. Pohjois-Suomen vanhojen metsien suojelun kompensatiotyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
38. Tanskanen, Juha-Heikki: Syntypaikkalajitteluun perustuvan yhdyskuntajätehuollon tarkastelu. Suomen ympäristökeskus.
39. Malaska, Pentti; Luukkanen, Jyrki; Vehmas, Jarmo & Kaivo-oja, Jari: Ympäristöperusteinen energiaverotus – pohjoismaisia vertailuja ja suomalaisen keskustelun arviointia. Ympäristöministeriö.
40. Ilén, Pekka; Rautavuori, Leena & Salminen, Eero: Uukuniemen kirkonkylän kulttuurimaiseman hoitosuunnitelma. Ympäristöministeriö.
41. Ympäristöministeriö: Kaavoitustoimen seuranta. Ympäristöministeriö.
42. Outila, Tarja: Keivitsan kaivosshanke – kaavoitusjärjestelmät ja luonnonsuojelu. Ympäristöministeriö.
43. Lankinen, Markku: Asuntorakentamisen ennakointi. Ympäristöministeriö.
44. Tanskanen, Heikki; Walls, Mari; Maripuu, Lea & Tuhkanen, Tuula: Otsonoinnin ja otsoni/vetyperoksidikäsittelyjen vaikutus kloorittoman (ECF) metsäteollisuuden kuorimovesien ekotoksisuuteen. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
45. Huttunen, Leena; Rönkä, Esa & Matinvesi, Jukka: Erilaisten viljely- ja lannoitustapojen vaikutus pohjaveden laatuun – lysimetritutkimus karkealla hietamaalla. Suomen ympäristökeskus.
46. Paulus, Ilkka: Romaniväestön asuntotilanne 1990-luvun puolivälissä. Ympäristöministeriö.
47. Lähiötyöryhmä: Monitoimijainen lähiöuudistus. Ympäristöministeriö.
48. Tarkomaa, Jari: Asumisoikeusasunnot- ja asukkaat. Ympäristöministeriö.
49. Saarenheimo, Ulla & von Hertzen, Heikki, S: Asunnottomuus väheni Suomessa. Ympäristöministeriö.
50. Myllymäki, Pauliina: Raadonin ja uraanin poisto kalliopohjavedestä. Suomen ympäristökeskus.
51. Salo, Simo; Ekholm, Petri & Knuuttila, Seppo : A comparison of methods for nutrient source appartionment in Nordic Rivers. Suomen ympäristökeskus.
52. Paukkunen, Marika & Vartia, Pauli: Selvitys ympäristövaikutusten arviointimenettelyn kokemuk-sista 1994–1995. Ympäristöministeriö.
53. Haimi, Jari & Salminen, Janne: Kemikaalien vaikutukset terrestrisessä ympäristössä – tutkimus- ja testimenetelmien kehittäminen erityisesti suomalaiselle maaperälle. Suomen ympäristökeskus.
54. Rintala, Jari: Soranottoalueiden jälkihoito – pintarakennemateriaalit suojaverhouksessa. Suomen ympäristökeskus.
55. Britschgi, Ritva & Gustafsson, Juhani: Suomen luokitellut pohjavesialueet. Helsinki. Suomen ympäristökeskus.
56. Heli Vuoksima: Lasipakkausten kierrätysjärjestelmät ja niiden kustannukset Suomessa - keräys-järjestelmien kustannustehokkuusvertailu. Ympäristöministeriö.
57. Nysten; Hänninen & Niemi: Tiesuolan pohjavesihaittojen vaikutuksista ja torjuntakeinoista. Suo-men ympäristökeskus.
58. Hellsten, Seppo; Marttunen, Mika; Puro, Annukka; Huttula, Erkki; Nenonen, Marjaleena & Berg-man, Tarja: Inarijärven tila ja siihen vaikuttavat tekijät. Lapin ympäristökeskus.
59. Kettunen, Aija: Kuntien ympäristöhallinnon asema ja tila; faktaa ja käsityksiä. Ympäristöministe-riö.
60. Uusien vuokrasuhteiden vuokrat huhtikuussa 1996. Ympäristöministeriö.
61. Pehkonen, Pertti & Jansson, Johanna: Viheralan tutkimus- ja kehittämistyö - tilannekatsaus. Ym-päristöministeriö.
62. Södeman, Guy & Lundsten, Karl-Erik: Valtakunnallisen yöperhosseurannan 3. vuosiraportti. Suomen ympäristökeskus.
63. Fagerroos, Jan & Rosenström, Ulla: Trends in the Finnish environment - environmental indicators for the 1997 OECD environmental performance review of Finland. Ympäristöministeriö.
64. Haarni, Tuukka & Vartiainen, Perttu: Kaupunkiverkostoituminen Suomessa. Ympäristöministe-riö.
65. Nyman; Halmetoja; Pohtamaa ym: M/S Eiran öljyvahingon pitkäaikaisvaikutukset Merenkur-kussa. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
66. Sinisalmi, Tuomo (toim.): Vesivoimalaitosten lyhytaikaissäädön vaikutustutkimukset. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
67. Kananaja, Tapio: Kymen läänin kallioperän suojelu- ja opetuskohteita. Ympäristöministeriö.
68. Keppo, Eeva: Vaasan läänin kulttuuriympäristöohjelma.
69. Hyvärinen, Veli (toim.): Hydrologinen vuosikirja 1993. Hydrological yearbook 1993. Suomen ympäristökeskus.
70. Savolainen, Matti: Omakotitalojen kustannuslaskentajärjestelmä. Ympäristöministeriö.
71. Nysten, Taina; Suokko, Tuulikki & Tarvainen, Timo: Ympäristögeologian sovelluksia – GTK, SYKE ympäristötutkimusseminaari 1.10.1996. Suomen ympäristökeskus.
72. Kempainen, Eija: Suomen uhanalaiset lajit – Ketonukki (*Androsace septentrionalis*). Suomen ym-päristökeskus.
73. Halonen, Pekka; Tuukka, Eeva; Puolasmaa, Arto; Kaipainen, Heidi: Suomen uhanalaiset lajit – Pohjanhyttelöjäkälä (*Collema curtisporum*) lännenhyttelöjäkälä (*Collema nigrescens*) risahyytelöjä-kälä (*Collema multipartitum*). Suomen ympäristökeskus.
74. Kempainen, Eija & Karling, Marita: Suomen uhanalaiset lajit – Koirankieli (*Cynoglossum offici-nale*). Suomen ympäristökeskus.
75. Kosonen, Lasse; Kaipainen, Heidi & Kempainen, Eija: Suomen uhanalaiset lajit – Mäkiervokki (*Viola collina*). Suomen ympäristökeskus.

76. Pykälä, Juha & Vuorinen Soili: Suomen uhanalaiset lajit – Punavalkku (*Cephalanthera rubra*). Suomen ympäristökeskus.
77. Pykälä, Juha & Vuorinen Soili: Suomen uhanalaiset lajit – Vuorikuisma (*Hypericum montanum*). Suomen ympäristökeskus.
78. Kaipainen, Heidi; Kemppainen, Eija & Bonn; Thomas: Suomen uhanalaiset lajit – Tähkähelmikkä (*Melica ciliata*). Suomen ympäristökeskus.
79. Joensuu, Ilona; Vuori, Kari-Matti & Nieminen, Mari: Vesistöarakentamisen ja lyhytaikaisäännöstelyn vaikutus Perhonjoen koskien eliöyhteisöihin. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus.
80. Hassi, Laura: Ihanteita ja ohjausvälineitä - asumisen tuen kohdentuminen vuonna 1993. Ympäristöministeriö.
81. Grönroos, Juha; Rekolainen, Seppo & Nikander, Antero: Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen vuonna 1995. Suomen ympäristökeskus.
82. Leskelä, Ari & Hudd, Richard: Lohi- ja taimenmerkinnät. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
83. Hudd, Richard; Kjellman, Jakob & Leskelä, Ari: Kyröjoen suiston poikastuotanto ja kalakannat. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
84. Kopra, Pekka: Kaavatalouden näkökohtia päättäjille. Ympäristöministeriö.
85. Uuskallio, Irma (toim.): National overview on distressed urban areas in Finland. Ympäristöministeriö.
86. Peltola, Taru: Yrityn muuttuva toimintaympäristö hallinnon haasteen – Hämeen ympäristökeskuksen pk-yritysprojektin loppuraportti. Hämeen ympäristökeskus.
87. Luostarinen, Matti; Yli-Viikari, Anja (toim.): Maaseudun kulttuurimaisemat. Suomen ympäristökeskus, Maatalouden tutkimuskeskus.
88. Airamo, Raimo & Permanto, Timo: Yleiskaavoitus ja vaikutusten arviointi. Ympäristöministeriö.
89. Seppälä, Jyri & Jouttijärvi, Timo (toim.): Metsäteollisuus ja ympäristö. Suomen ympäristökeskus.
90. Siistonen, Pasi: Jokioisten kulttuuriympäristöohjelma. Ympäristöministeriö.
91. Kilpailuttaminen valtion tukemassa asuntotuotannossa – Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
92. Malaska, Pentti; Luukkanen, Jyrki; Vehmas, Jarmo & Kaivo-oja, Jari: Environment – Based energy taxation in the Nordic countries. Comparisons by energy source and a review of the Finnish discussion. Ympäristöministeriö.
93. Luoma, Juha: Muuttuva ihminen – muuttuva asunto. Ympäristöministeriö.
94. Jauhiainen, Tapani; Vuorinen, Heikki; Heinonen-Guzejev, Marja & Paikkala, Sirkka-Liisa: Ympäristömelun vaikutukset. Ympäristöministeriö.
95. Lind, Tuula & Pietala, Jorma: Kotipalveluja käyttävien vanhusten kauppamatkat Lahdessa. Ympäristöministeriö.
96. The Finnish background report for the EC documentation of best available techniques for pulp and paper industry. Ympäristöministeriö.
97. Alanen, Tommi & Ratia, Pasi: Asuntorakentamisen työllisyysvaikutukset. Ympäristöministeriö.
98. Pitkälampi, Jyrki: Geenitekniikalla muunnettujen mikro-organismien ympäristövaikutukset. Suomen ympäristökeskus.
99. Viinikainen, Tytti: Yhteiskuntatieteellinen ympäristötutkimus Suomessa. – Katsaus tutkimusaloihin ja kirjallisuuteen. Suomen ympäristökeskus.
100. Pietiläinen, Olli-Pekka & Pirinen, Marja: Typpi- ja fosforikuormituksen vaikutus päälyslävästön kasvuun Kymijoenlaaksoilla. Suomen ympäristökeskus.
101. Maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamista koskeva valtioneuvoston päätösehdotus. – Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
102. Suurmyymälätyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
103. Kilpi, Mikael & Asanti, Timo (toim.): Saaristolinnuston suojelun nykytila Suomen rannikoilla. Suomen ympäristökeskus.
104. Björklöf, Katarina: Merkkigeenien käyttö geeniteknisesti muunnettujen mikro-organismien seurantaan ympäristössä. Suomen ympäristökeskus.
105. Filatov & Heinonen: Results of the Finnish-Russian joint study of the lakes Onega, Ladoga and Saimaa conducted in the summer of 1990. Suomen ympäristökeskus.
106. Hukkanen, Tiina: Puutalo- ja -rakennusprojekti. Ympäristöministeriö.
107. Paldanius, Jari: Vuorovaikutteisen suunnittelun kokemuksia Suomessa. Ympäristöministeriö.
108. Biodiversiteettityöryhmä: Ympäristöministeriön toimintaohjelma luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi. Ympäristöministeriö.
109. Lahti, Pekka; Heinonen, Sirkka; Koski, Kimmo & Tolsa, Heimo: Kestävä kehitys aluerakenteessa – Kansainvälisiä näkemyksiä, suomalainen sovellus. Ympäristöministeriö.
110. Rautanen, Sanna-Leena: Water and wastewater management in Finland and fifteen other European countries. Ympäristöministeriö.
111. Luontokoulutyöryhmä: Luontokoulutoiminta – Palvelut, kehittämisideat, verkostot. Ympäristöministeriö.
112. Sipilä, Kaija: Luonto- ja leirikoulutoiminta osana maaseudun kehittämistä. Ympäristöministeriö.
113. Itämeren tila. Ympäristöministeriö.
114. Siikanen, Antti: Kotitalous ja asumismenot – selvitys lama-ajan asumismenoista. Ympäristöministeriö.
115. Äystö, Virpi: Rehevien järvien kunnostusten arviointi. Suomen ympäristökeskus.
116. Kleemola, Sirpa & Forsius, Martin: 6th annual report 1997. Suomen ympäristökeskus.
117. Marttunen, Mika & Kylmä, Petri: Kalakantojen hoitomalli Inarjärven kalaistutusten vaikutusten arvioinnissa. Suomen ympäristökeskus.

118. Viirikorpi, Paavo: Eteneekö lähiöuudistus – Paikallisten lähiöprojektien käynnistämisen arviointi. Ympäristöministeriö.
119. Virtanen, Matti: Remonttiohjelma 1992 - 1996. – Korjausrakentamisen tutkimus- ja kehitysprojektien tulokset. Ympäristöministeriö.
120. Mähönen, Outi & Joki-Heiskala, Päivi: (toim.) AMAP-Arktisen ympäristön tila ja Suomen Lappi. Suomen ympäristökeskus.
121. Lehtoranta, Jouni: Ravinteet Itäisen Suomenlahden pintasedimentissä. Suomen ympäristökeskus.
122. Åkerblom, Satu: Erityisasuminen – Katsaus Ruotsin vanhusten asumiseen 1980- ja 1990-luvuilla. Ympäristöministeriö.
123. Seppälä, Jyri: Decision analysis as a tool for life cycle impact assessment. Suomen ympäristökeskus.
124. Lindholm, Tapio; Heikkilä, Raimo & Heikkilä, Marjo (eds.): Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship. Suomen ympäristökeskus.
125. Malkki, Sirkka: Ympärikuotisten kompostikäymälöiden toimintavarmuus ja häiriöiden kartoitus. Ympäristöministeriö.
126. Peuhkuri, Timo: Ympäristövaikutusten arviointi energia-alan ohjelmavalmistelussa – Tapaustutkimus hallituksen energiansäästöohjelman valmisteluprosessista. Suomen ympäristökeskus.
127. Teperi, Immo: Kankaanpään kulttuuriympäristöohjelma. Ympäristöministeriö.
128. Kananoja, Tapio: Turun ja Porin läänin kallioperän suojelu- ja opetuskohteita. Ympäristöministeriö.
129. Kaavoitustoimen seuranta. Ympäristöministeriö.
130. Asumistuesta itselliseen asumiseen vai toimeentulotukeen? Ympäristöministeriö.





## YMPÄRISTÖN- SUOJELU

### Suomen ilmapäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti)

Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia

Suomen ympäristökeskus asetti vuoden 1996 lopulla Suomen ilmapäästöt ja skenaariot -projektin (SIPS). Siinä rakennetaan ympäristöhallinnon tarpeita varten maamme ilmapäästöjen tietokanta ja arviointityökalu, jolla pystytään laatimaan myös päästöskenaarioita.

Projektin ensimmäisessä raportissa esitellään SIPS-tietojärjestelmä yleisesti, kuvataan sen tietolähteitä, käsitellään nykyisen tietopohjan heikkouksia sekä esitellään joitakin keskeisiä projektin tähänastisia laskentatuloksia.

ISBN 952-11-0594-1

ISSN 1238-7312

Myynti: Suomen ympäristökeskuksen asiakaspalvelu,  
PL 140, 00251 Helsinki  
puh. (09) 4030 0100, fax (09) 4030 0190  
ja Oy Edita Ab

Oy EDITA Ab  
PL 800, 00043 EDITA, vaihde (09) 566 01  
ASIAKASPALVELU  
puh. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380  
EDITA-KIRJAKAUPAT HELSINGISSÄ  
Annankatu 44, puh. (09) 566 0566  
Eteläesplanadi 4, puh. (09) 662 801



9 789521 105944